

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Хакасский технический институт – филиал
ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет»
институт

Электроэнергетика
кафедра

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
_____ Г.Н.Чистяков
подпись инициалы, фамилия
« ____ » _____ 2017г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»
(код и наименование специальности)

Анализ структуры коммерческих потерь электрической энергии
Краснокаменского участка Минусинского филиала АО «КрасЭКо»
(наименование темы)

Руководитель _____ « ____ » _____ 2017г. доцент кафедры ЭЭ, к.э.н. Н.В.Дулесова
подпись, дата должность, ученая степень инициалы, фамилия

Выпускник _____ « ____ » _____ 2017г. Л.С.Лебедева
подпись, дата инициалы, фамилия

Нормоконтролер _____ « ____ » _____ 2017г. доцент кафедры ЭЭ, к.т.н А.В.Коловский
подпись, дата должность, ученая степень инициалы, фамилия

Абакан 2017

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Хакасский технический институт –
филиал ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет»
институт

«Электроэнергетика»
кафедра

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
_____ Г.Н.Чистяков
подпись инициалы, фамилия
« _____ » _____ 2017г.

**ЗАДАНИЕ
НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ
в форме бакалаврской работы**

Студенту _____ Лебедевой Любовь Сергеевне
(фамилия, имя, отчество)

Группа 3ХЭн-12-01 (3-12) Направление (специальность)

номер

13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»

код, наименование

Тема выпускной квалификационной работы Анализ структуры коммерческих потерь электрической энергии Краснокаменского участка Минусинского филиала АО «КрасЭКо»

Утверждена приказом по университету №145 от 28.02.2017г.

Руководитель ВКР Дулесова Н.В., к.э.н. доцент кафедры «Электроэнергетика»
(инициалы, фамилия, должность и место работы)

Исходные данные для ВКР поопорные схемы распределительных сетей, показания приборов учета электроэнергии, аналитические данные: отпуск в сеть, полезный отпуск, потери, плановый уровень нормативных потерь.

Перечень разделов ВКР:

Введение

- 1 Теоретическая часть
 - 1.1 Коммерческие потери
 - 1.2 Структура коммерческих потерь электроэнергии
 - 1.3 Проблематика коммерческих потерь
 - 1.4 Методы и средства учета
 - 1.5 Мероприятия по снижению потерь электроэнергии
- 2 Аналитическая часть
 - 2.1 Характеристика предприятия
 - 2.2 Характеристика номенклатуры продукции (работ и услуг)
 - 2.3 Деятельность Краснокаменского участка
 - 2.4 Характеристика персонала Краснокаменского участка
 - 2.5 Описание однолинейной схемы ПС 35/6 кВ «Краснокаменская»
 - 2.6 Схемы исследуемой сети 6- 0,4 кВ
 - 2.7 Потери электрической энергии и их анализ (графики)
- 3 Практическая часть
 - 3.1 Мероприятия по снижению потерь
 - 3.2 Пути снижения коммерческих потерь

Заключение

Список используемых источников

Перечень графического материала:

1. Схема электроснабжения;
2. Структура потерь электроэнергии;
3. Анализ потерь электроэнергии;
4. Пути снижения коммерческих потерь электроэнергии.

Руководитель ВКР _____

/Н.В. Дулесова
подпись инициалы,

фамилия

Задание принял к исполнению _____

/Л.С. Лебедева
подпись инициалы, фамилия

05 октября 2016 г.

РЕФЕРАТ

Работа на тему «Анализ структуры коммерческих потерь электрической энергии Краснокаменского участка Минусинского филиала АО «КрасЭКо» содержит 79 страниц текстового документа, 32 рисунка, 7 таблиц, 32 использованных источника, 4 листа графического материала.

КАЧЕСТВО, ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЯ, ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ, ПОТЕРИ, ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ, ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ.

Актуальность темы состоит в том, что, анализ потерь электроэнергии в распределительных сетях (РС), питающих потребителей, востребован и имеет высокую практическую значимость, поскольку вопрос энергосбережения и энергоэффективности в настоящий момент очень важен.

Объектами исследования являются фидеры электрических сетей Ф-17, Ф-26 ПС 35/6 кВ «Краснокаменская» Краснокаменского участка Минусинского филиала АО «Красноярская региональная энергетическая компания».

Предметом исследования являются способы, методы, средства анализа потерь электроэнергии по средствам расчета – теоретически и по данным с приборов учета.

Целью выполнения выпускной квалификационной работы (ВКР) является анализ структуры коммерческих потерь электроэнергии на Краснокаменском участке по фидерам Ф-17, Ф-26 ПС 35/6 кВ «Краснокаменская».

В течение проработки проекта были получены следующие результаты:

- представлены схемы исследуемой сети, теоретические обоснования расчета коммерческих потерь электроэнергии;
- сформированы исходные данные показаний приборов учета по которым выполнен анализ коммерческих потерь электроэнергии в РС;
- предложены пути и мероприятия по снижению коммерческих потерь электроэнергии.

Научная новизна и практическая значимость исследования обусловлена тем, что теоретические и практические рекомендации могут быть использованы специалистами Краснокаменского участка в дальнейшей работе.

THE ABSTRACT

Work on "analysis of the structure of commercial losses of electric energy of the Krasnokamensk area of the Minusinsk branch of JSC "Kraseko" contains 79 page text document, 32 figures, 7 tables, 32 of sources used, 4 sheets of graphic material.

QUALITY, ELECTRICITY, ENERGY CONSERVATION, ENERGY EFFICIENCY, ELECTRICITY LOSSES OF THE NETWORK.

The relevance of the topic is that, the analysis of energy losses in electrical distribution networks that feed consumers ' demand and has a high practical significance, since the issue of energy conservation and efficiency at the moment is very important.

The objects of study are feeders of electrical networks F -17, F-26 substation of 35/6 kV "krasnokamenskaya" the Krasnokamensk area of the Minusinsk branch of JSC "Krasnoyarsk regional energy company".

Subject of research are methods, techniques and tools analysis of electricity losses by means of calculating the theoretically and according to the metering devices.

The purpose of the execution of final qualifying work is to analyze the structure of commercial losses of electricity on krasnokamenskom area feeders F-17, F-26 substation of 35/6 kV "krasnokamenskaya".

During the elaboration of the project were obtained the following results:

- presents the scheme of the studied network, a theoretical substantiation of calculation of commercial losses of electricity;
- generated the original data of meter readings in which the analysis of commercial losses of electricity in distribution networks;
- the ways and measures to reduce commercial losses of electricity.

Scientific novelty and practical significance of the research due to the fact that theoretical and practical recommendations can be used by specialists of the Krasnokamensk area for further work.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	8
1 Теоретическая часть.....	9
1.1 Коммерческие потери.....	10
1.2 Структура коммерческих потерь электроэнергии.....	11
1.2.1 Общие положения.....	11
1.2.2 Погрешности измерений отпущенной в сеть и полезно отпущенной электроэнергии потребителям.....	12
1.2.3 Коммерческие потери, обусловленные занижением полезного отпуска из-за недостатков энергосбытовой деятельности.....	14
1.2.4 Коммерческие потери электроэнергии, обусловленные наличием бесхозных потребителей....	17
1.2.5 Коммерческие потери электроэнергии, обусловленные неодновременностью оплаты за электроэнергию бытовыми потребителями.....	17
1.2.6 Погрешности расчета технических потерь электроэнергии в электрических сетях.....	17
1.3 Проблематика коммерческих потерь.....	18
1.4 Методы и средства учета.....	18
1.5 Мероприятия по снижению потерь электроэнергии.....	25
1.5.1 Организационные мероприятия по снижению коммерческих потерь электроэнергии.....	25
1.5.2 Организационные мероприятия по снижению технических потерь электроэнергии.....	26
1.5.3 Технические мероприятия по снижению коммерческих потерь электроэнергии.....	27
1.5.4 Технические мероприятия по снижению технических потерь электроэнергии.....	29

2	Аналитическая часть.....	30
2.1	Характеристика предприятия.....	30
2.2	Характеристика номенклатуры продукции (работ и услуг).....	30
2.3	Деятельность Краснокаменского участка.....	31
2.4	Характеристика персонала Краснокаменского участка.....	32
2.5	Анализ схем подстанции 35/6 кВ «Краснокаменская».....	34
2.5.1	Описание однолинейной схемы подстанции 35/6 кВ «Краснокаменская».....	34
2.5.2	Схемы исследуемой сети 6- 0,4 кВ.....	37
2.6	Потери электрической энергии и их анализ (графики).....	43
3	Практическая часть. Мероприятия по снижению потерь в распределительных электрических сетях Краснокаменского участка Минусинского филиала АО «КрасЭКо».....	63
3.1	Организационные мероприятия по снижению коммерческих потерь участка.....	63
3.1.1	Использование табличек на опорах воздушных линий 0,4 кВ.....	63
3.2	Технические мероприятия по снижению коммерческих потерь участка.....	64
3.2.1	Применение светодиодных ламп.....	64
3.2.2	Установка современных приборов учета электрической энергии.....	65
3.2.3	Использование приборов, распознающих хищение электрической энергии.....	66
3.3	Пути снижения коммерческих потерь.....	69
3.3.1	Первый способ борьбы с коммерческими потерями.....	69
3.3.2	Второй способ борьбы с коммерческими потерями.....	69
3.3.3	Третий способ борьбы с коммерческими потерями - замена отслужившей линии на более современную.....	70

3.3.4 Четвертый способ борьбы с коммерческими потерями.....	70
3.3.5 Пятый способ – борьба с хищениями электроэнергии.....	71
3.3.6 Шестой способ борьбы с потерями.....	73
Заключение.....	75
Список используемых источников.....	76

Перечень графического материала:

1. Схема электроснабжения;
2. Структура потерь электроэнергии;
3. Анализ потерь электроэнергии;
4. Пути снижения коммерческих потерь электроэнергии.

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность выбранной темы состоит в том, что, анализ коммерческих потерь электроэнергии в распределительных электрических сетях, питающих потребители, востребован и имеет высокую практическую значимость, поскольку вопрос энергосбережения и энергоэффективности в настоящий момент очень важен.

Объектом исследования являются распределительные электрические сети Краснокаменского участка Минусинского филиала акционерного общества (АО) «Красноярская региональная энергетическая компания» («КрасЭКо»).

Предметом исследования являются способы, средства и методы анализа, оценки и расчета потерь распределительных электрических сетей.

Целью выполнения выпускной квалификационной работы является анализ структуры коммерческих потерь электроэнергии и пути их снижения в распределительных электрических сетях Краснокаменского участка Минусинского филиала АО «КрасЭКо» по фидеру Ф-17 и фидеру Ф-26 ПС 35/6 кВ «Краснокаменская».

В течение работы над выпускной квалификационной работой были получены следующие результаты:

- сформированы исходные данные показаний приборов учета (АСКУЭ), по которым выполнен анализ коммерческих потерь электроэнергии в распределительных электрических сетях;
- представлены схемы исследуемой сети для выполнения анализа потерь;
- предложены пути и мероприятия по снижению потерь электроэнергии.

Практическая значимость исследования обусловлена тем, что теоретические и практические рекомендации могут быть использованы специалистами Краснокаменского участка Минусинского филиала АО «КрасЭКо».

1 Теоретическая часть

Электроэнергия - это продукция, для передачи которой от производителя к потребителю не применяются иные ресурсы. Для чего используется доля самой передаваемой электрической энергии, вследствие этого ее издержки неминуемы, поэтому необходимо определить их экономически обоснованное значение. Понижение потерь электрической энергии в распределительных электросетях до определенного значения - одно из весомых направлений энергосбережения [18].

В связи со сложностью расчета потерь и наличием значительных ошибок, в последнее время особенная забота уделяется разработке способов нормирования электрических потерь.

Потери электрической энергии влияют на структуру тарифов на электрическую энергию. Регулировкой тарифов занимаются федеральные и региональные энергетические комиссии. Организации, занимающиеся вопросам и энергосбережения, обязаны аргументировать уровень электрических потерь, который они считают необходимым включить в структуру тарифа на электрическую энергию, а энергетические комиссии учитывать эти обоснования и соглашаться или же корректировать их [15].

При передаче электроэнергии в любой части электросети появляются потери электрической энергии. Для исследования элементов электрических потерь во всевозможных частях сети и оценки надобности проведения такого или же другого мероприятия, направленного на понижение электрических потерь, производится мониторинг структуры электрических потерь [20].

В настоящее время при классификации потерь электроэнергии более часто употребляется термин «технологические потери электроэнергии», определение которого установлено Приказом Минэнерго РФ от 30.12.08 № 326 «Об организации в Министерстве энергетики Российской Федерации работы по утверждению нормативов технологических потерь электроэнергии при ее передаче по электрическим сетям» [19].

1.1 Коммерческие потери

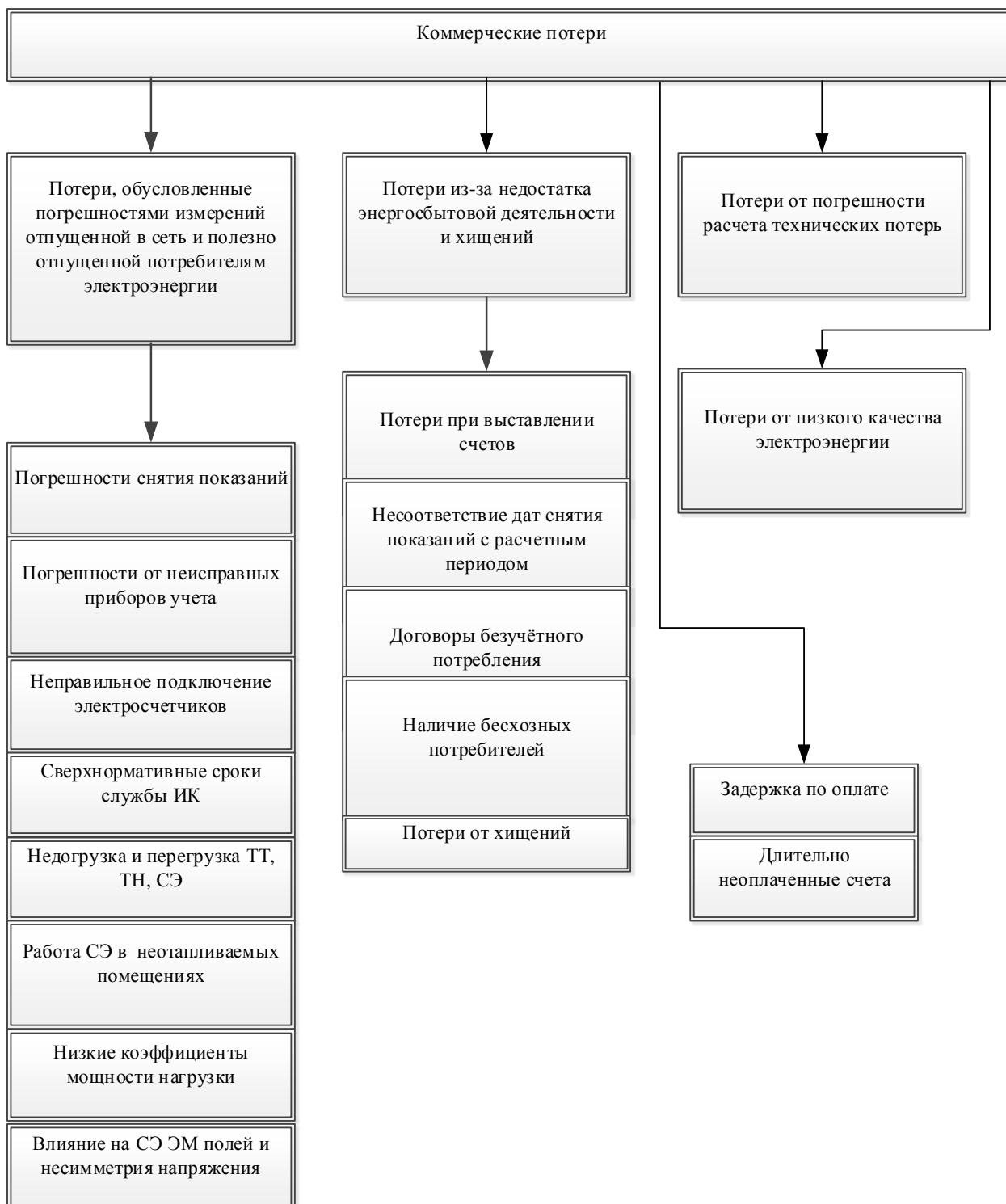


Рисунок 1.1 – Коммерческие потери электроэнергии

Далее подробнее рассмотрим структурные составляющие коммерческих потерь электроэнергии.

1.2 Структура коммерческих потерь электроэнергии

1.2.1 Общие положения

По существу, коммерческие потери предполагают собой не что иное, как фактический небаланс электрической энергии в электрической сети [2], который в абсолютных единицах вычисляется по формуле:

$$\Delta W_K = W_{OC} - W_{ПО} - \Delta W_T, \quad (1.1)$$

где W_{OC} – отпуск электричества в сеть, определяемый по разнице показаний счетчиков, ведущих учет электрической энергии, поступившей в сеть от соседних энергосистем, и счетчиков, учитывающих электроэнергию, переданную в сети соседних энергосистем;

$W_{ПО}$ – полезный отпуск электрической энергии покупателям (потребителям), определяемый для промышленных и приравненных к ним потребителей, бюджетных и иных организаций еще по средствам электросчетчиков.

Для бытовых потребителей полезный отпуск в сеть определяется по платежам Π_B через сберкассы и средневзвешенному расчетному тарифу T_B на электроэнергию:

$$W_{ПО} = \Pi_B / T_B, \quad (1.2)$$

где ΔW_T – технические потери электроэнергии, рассчитываемые в соответствии с нормативными документами [3, 4].

В безупречном случае небаланс электрической энергии в сети (коммерческие потери), определяемый по формуле (1.2), обязан быть равен нулю. В настоящих критериях отпуск в сеть, полезный отпуск и технические потери электрической энергии определяются с погрешностями. Разница данных погрешностей практическая и считается структурными элементами

коммерческих потерь. Они обязаны быть по способности сведены к минимальному количеству за счет выполнения надлежащих соответствующих мероприятий.

В случае, если эта вероятность отсутствует, нужно привести исправления к показаниям электросчетчиков, компенсирующие регулярные погрешности измерений электричества электроэнергии.

1.2.2 Погрешности измерений отпущенной в сеть и полезно отпущенной электроэнергии потребителям

Погрешность в измерениях электрической энергии в общем случае имеет возможность быть разбита на более чем 30 элементов. Мы же рассмотрим более важные элементы измерительных комплексов (ИК), в которые включены: трансформатор тока (ТТ), трансформатор напряжения (ТН), счетчик электрической энергии (СЭ), линия присоединения СЭ к ТН.

К главным составляющим погрешностей измерений отпущенной в сеть и полезно отпущенной электроэнергии относятся:

- 1) погрешности измерений электроэнергии в нормальных условиях работы ИК, определяемые классами точности ТТ, ТН и СЭ;
- 2) дополнительные погрешности измерений электроэнергии в реальных условиях эксплуатации ИК, обусловленные:
 - заниженным против нормативного коэффициентом мощности нагрузки (дополнительной угловой погрешностью);
 - влиянием на СЭ магнитных и электромагнитных полей различной частоты;
 - недогрузкой и перегрузкой ТТ, ТН и СЭ;
 - несимметрией и уровнем подведенного к ИК напряжения;
 - работой СЭ в неотапливаемых помещениях с недопустимо низкой температурой и т.п.;

- недостаточной чувствительностью СЭ при их малых нагрузках, особенно в ночные часы;
- 3) систематические погрешности, обусловленные сверхнормативными сроками службы ИК.
- 4) погрешности, связанные с неправильными схемами подключения электросчетчиков, ТТ и ТН, в частности, нарушениями фазировки подключения счетчиков;
- 5) погрешности, обусловленные неисправными приборами учета электроэнергии;
- 6) погрешности снятия показаний электросчетчиков из-за:
 - ошибок или умышленных искажений записей показаний;
 - неодновременности или невыполнения установленных сроков снятия показаний счетчиков, нарушения графиков обхода счетчиков;
 - ошибок в определении коэффициентов пересчета показаний счетчиков в электроэнергию.

Следует заметить, что согласно формуле (1.1), при одинаковых знаках составляющих погрешностей измерений отпуска в сеть W_{OC} и полезного отпуска $W_{ПО}$, коммерческие потери будут уменьшаться, при разных – увеличиваться. Это означает, что с точки зрения снижения коммерческих потерь электроэнергии необходимо проводить согласованную техническую политику повышения точности измерений отпуска в сеть и полезного отпуска. В частности, если мы, например, будем односторонне уменьшать систематическую отрицательную погрешность измерений W_{OC} (модернизировать систему учета), не меняя погрешность измерений $W_{ПО}$, коммерческие потери при этом возрастут, что, кстати, имеет место на практике.

1.2.3 Коммерческие потери, обусловленные занижением полезного отпуска из-за недостатков энергосбытовой деятельности

Эти потери включают две составляющие:

- а) потери при выставлении счетов;
- б) потери от хищений электроэнергии.

- **Потери при выставлении счетов обусловлены:**

- неточностью данных о потребителях электрической энергии, в том числе, недостаточной или не верной информацией о заключенных договорах на пользование электроэнергией;
- ошибками при выставлении счетов к оплате, в том числе не выставленными счетами потребителям из-за отсутствия четкой информации по потребителям и неизменного контроля за актуализацией данной информации;
- отсутствием контроля и недостоверной информации в выставлении счетов потребителям, пользующимся особыми тарифами;
- отсутствием контроля и учета исправленных и пересмотренных счетов и т.п.

- **Потери от хищений электроэнергии**

Опыт борьбы с хищениями электрической энергии во всевозможных государствах обобщается особой «Экспертной группой по исследованию вопросов, касающихся кражи электричества и неоплаченных счетов (неплатежей)». Группа организована в рамках исследовательского комитета по экономике и тарифам интернациональной организации UNIPEDE[32].

Обобщение интернационального навыка по борьбе с хищениями электричества продемонстрировало, собственно что данными хищениями промышляют бытовые частные потребители электрической энергии. Так же кражи электричества, осуществляемые промышленными и торговыми предприятиями, но размер данных краж невозможно считать определяющим.

Хищения электричества имеют довольно четкую направленность к подъему, тем более в ареалах с неблагополучным теплоснабжением покупателей в прохладные периоды года.

По сведениям экспертной группы UNIPEDE, есть 3 метода хищений электричества:

- механический;
- электрический;
- магнитный.

✓ Механические способы хищений электроэнергии

Механическое вмешательство в работу счетчика (механическое вскрытие)

– это более известный метод, который имеет возможность включать в себя различные формы, охватывая:

- сверление отверстий в донной части (корпусе), крышке или же стекле счетчика; вставка (в отверстие) предметов на подобии пленки шириной 35 мм что бы приостановить вращение диска или же сбавить показания счетчика;
- перемещение счетчика из простого вертикального положения в полугоризонтальное состояние для такого, дабы понизить скорость вращения диска;
- самовольный срыв пломб, несоблюдение в центровке осей устройств (шестерен) для предотвращения абсолютной регистрации потребления электроэнергии;
- раскатывание стекла при вставке пленки, которая прекратит дисковое вращение.

Как правило механическое вмешательство оставляет отпечаток на счетчике, но его непросто выявить, в случае если счетчик не станет всецело очищен от пыли и грязи и осмотрен искусным экспертом.

К механической методике хищения электричества возможно отнести довольно обширно известные предумышленные повреждения системы электроснабжения (СЭС) потребителями.

Усугубление истории с теплоснабжением населения приводит к подъему коммерческих потерь электрической энергии, собственно, что уже подтверждается грустным навыком дальневосточных и кое-каких сибирских энергосистем.

✓ **Электрические способы хищений электроэнергии**

Увеличивается использование приборов, таких как «черный ящик». С поддержкой «ящика», представляющего собой фазосдвигающий прибор, ток противофазы вводится в токовую цепь счетчика. В случае если к счетчику не прикреплено анти реверсивное устройство, то при подсоединении «черного ящика» показания счетчика уменьшаются, в час почти на 15 кВт.

Применяются еще приборы, которые не крутят диск в обратном направлении, но имеют все шансы замедлить регистрацию используемой энергии. Похожие приборы с конденсатором обширно применяются.

Часто встречающимся считается внедрение шунта счетчика, который понижает скорость вращения диска.

К электронному методу отнесен обширно применяемый, метод «наброс на линию» до счетчика.

✓ **Магнитные способы хищений электроэнергии**

Использование магнитов с наружной стороны счетчика имеет возможность воздействовать на его показания.

В частности, возможно при применении индукционных счетчиков больше давних типов с поддержкой магнита замедлить вращение диска.

В реальное время современные типы счетчиков заводы изготовитель постарались уберечь от воздействия магнитных полей. В результате, данный метод хищений электричества стал более ограниченным.

• **Другие способы хищений электроэнергии**

Есть ряд методик хищений электричества, к примеру хищений за счет нередкой замены хозяев. В данном случае Энергосбыт не в состоянии уследить за переменой хозяев и получить с их оплату за электричество.

Нельзя перечислить все методы хищений.

1.2.4 Коммерческие потери электроэнергии, обусловленные наличием бесхозных потребителей

Возникновение акционерных обществ привели к тому что в большинстве энергосистем в последние годы были появились жилые здания, общежития, цельные жилые поселки, которые не стоят на балансе каких-то организаций. Электроэнергию, поставляемые в эти жилища, жители никому не оплачивают. Электроустановки данных жилищ никем не обслуживаются, их техническое положение угрожает трагедиями и не гарантирует защищенность жизни и имуществу людей.

1.2.5 Коммерческие потери электроэнергии, обусловленные неодновременностью оплаты за электроэнергию бытовыми потребителями

Данная очень значительная часть потерь электрической энергии обоснована тем, что покупатели электрической энергии не в состоянии в одно и тоже время снять показания счетчиков и внести оплату поставщику за потребленную электрическую энергию. Как правило, платежи отстают от реального электропотребления, что, тянет за собой ошибочное определение фактически нужного отпуска потребителям.

1.2.6 Погрешности расчета технических потерь электроэнергии в электрических сетях

Из формулы (1.1) следует, что потери электрической энергии невозможно замерить. Их возможно лишь определить расчетным путем с определенной погрешностью. Смысл данной погрешности находится в зависимости не только ошибок измерений W_{OC} и $W_{ПО}$, размера хищений электричества, присутствия «бесхозных потребителей», иных рассмотренных выше моментов, но и от погрешности расчета электрических потерь.

Чем уникальнее станут расчеты потерь, тем, бесспорно, вернее станут оценки платы за потребленную энергию. В согласовании с отраслевой аннотацией [3] погрешности расчета технических потерь разделяются на информационные и методические. Как известно, с большей погрешностью рассчитываются потери электричества в электросетях 6 кВ и, тем более, в сетях 0,38 кВ по причине ошибок и неполноты начальной информации о нагрузках данных сетей. Для оценки воздействия данных ошибок на ошибку расчета суммарных потерь электричества в сетях энергосистемы, были выполнены особые расчеты. Эти расчеты зарекомендовали себя, при изменении среднеквадратических ошибок расчета потерь в одном фидере 0,4-6 кВ в спектре от 10 до 100 % среднеквадратическая ошибку расчета суммарных потерь электричества менялась в спектре 0,65-0,94 %, в соответствии с этим.

Приведенные цифры, показывают улучшение способов расчета технических потерь, увеличение точности начальных данных.

1.3 Проблематика коммерческих потерь

Существующая проблема коммерческих потерь в сетях электроснабжения актуальна и требует создания комплексного эффективного механизма ее решения. Некоторые имеющиеся предложения в области автоматизации энергоучета касаются создания в некотором роде автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУ ТП), т.к. предполагают активное технологическое вмешательство в процессы электроснабжения и оплаты.

1.4 Методы и средства учета

Устройство учета электричества – средство измерения, применяемое для определения размеров (количества) потребления (производства, передачи) электроэнергии покупателями (гарантирующим поставщиком, сетевыми

организациями).

Интегральное устройство учета – устройство учета, обеспечивающее учет электроэнергии суммарно по состоянию на конкретный момент времени.

Измерительный комплекс – совокупность устройств учета, измерительных трансформаторов тока и (или) напряжения, объединенных между собой определенной схемой, сквозь которые эти приборы учета поставлены (подключены) (далее - измерительные трансформаторы), предназначенная для измерения размеров электрической энергии (мощности) в одной точке поставки.

Система учета-объединение измерительных комплексов, связывающих и вычислительных компонентов, приборов сбора и передачи данных, программных средств, предназначенная для измерения, сбережения, удаленного сбора и передачи показаний устройств учета по одной или больше точек поставки.

Субъекты розничных рынков – члены отношений по производству, передаче, купле-продаже (поставке) и потреблению электроэнергии (мощности) на розничных рынках электроэнергии (далее - розничные рынки), а еще по предложению услуг, которые считаются обязательной частью процесса поставки электроэнергии покупателям.

- **Назначение приборов учета**

Счетчики предусмотрены для учета потребляемой активной энергии в однофазовых сетях переменного тока 0,4 кВ с частотой 50/60 Гц и применяются для работы с конечными покупателями, производящими личные расчеты с поставщиком электричества.

Счетчики имеют расширенные активные способности и дают возможность Покупателю:

- контролировать употребление электричества с учетом развитой структуры тарифов;

- следить за состоянием взаиморасчетов с компанией поставщиком электричества. При данном, счетчики поддерживают всякий режим работы - как с предоплатой, например и в кредит. Режим работы с предоплатой

не настоятельно требует установки в счетчик особых карт, например, как важная для расчетов информация поступает по каналам связи;
-получать сведения об аварийном состоянии личной сети.

ЭНЕРГОКОМПАНИИ:

-накапливать данные о употреблении, применяя выделенный доступ к счётчикам по каналам связи;

-контролировать и синхронизировать работу счётчиков. Наблюдать за состоянием сети употребления и сети передачи данных;

-осуществлять эффективную политику управления употреблением, исходя из соблюдения покупателями критерий контракта.

- **Обозначение приборов учета электрической энергии**

Счетчики электроэнергии в зависимости от предназначения и схемы подключения маркируются следующими обозначениями:

С— счетчик;

А—активной энергии;

Р—реактивной энергии;

О—однофазный;

3 и 4—для трехпроводной или же четырехпроводной сети;

У—универсальный;

И—индукционной измерительной системы;

3 последующие цифры описывают конструктивное выполнение счетчика.

П—прямоточный (для подключения без трансформаторов тока),

Т— в тропическом выполнении,

М— модернизированный.

- **Основные функции приборов учета электрической энергии**

Характеристики счетчиков:

-измеряют функциональную мощность;

-регистрируют потребляемую энергию;

-отсчитывают время и календарную дату;

-используют вневременной штрафной критерий;

- выводят на экран потребительские и иные данные;
- допускают вероятность опции собственных функций.

Настройка выполняется специально обученными людьми из Энергоцентра;

- эффективно уменьшают хищения электроэнергии;
- поддерживают работу часов счётчика при недоступности питания не менее часа.

Комплект исполняемых счётчиком функций задаётся его конфигурацией.

- **Виды электросчетчиков**



Рисунок 1.2-Современный многотарифный счётчик



Рисунок 1.3-Устройство классического электросчётчика



Рисунок 1.4 - Счетчики электроэнергии с АСКУЭ

(особенностью таких счётчиков является подключение дополнительного кабеля для передачи данных на частоте 30-70 кГц)

- **Типы приборов учета**

Счетчики электроэнергии можно классифицировать по типу измеряемых величин, типу подключения и по типу конструкции.

Импульсный электросчётчик с электромеханическим счётным механизмом, работающим от шагового электромагнитного привода.

По типу подключения все счетчики разделяют на приборы прямого включения в силовую цепь и приборы трансформаторного включения, подключаемые к силовой цепи через специальные измерительные трансформаторы.

По измеряемым величинам электросчетчики разделяют на однофазные (измерение переменного тока 220 В, 50 Гц) и трехфазные (380 В, 50 Гц). Все современные электронные трехфазные счетчики поддерживают однофазный учёт.

Также существуют трехфазные счетчики для измерения тока напряжением в 100 В, которые применяются только с трансформаторами тока в высоковольтных (напряжением выше 660 В) цепях.

По конструкции: индукционным (электромеханическим электросчетчиком) называется электросчетчик, в котором магнитное поле неподвижных токопроводящих катушек влияет на подвижный элемент из проводящего материала. Подвижный элемент представляет собой диск, по которому протекают токи, индуцированные магнитным полем катушек. Количество оборотов диска в этом случае прямо пропорционально потребленной электроэнергии.

Индукционные (механические) счётчики электроэнергии постоянно вытесняются с рынка электронными счетчиками из-за отдельных недостатков: отсутствие дистанционного автоматического снятия показаний, однотарифность, погрешности учёта, плохая защита от краж электроэнергии, а также низкой функциональности, неудобства в установке и эксплуатации по сравнению с современными электронными приборами. Индукционные счетчики хорошо подходят для квартир с низким энергопотреблением.

Электронным (статическим электросчетчиком) называется прибор, в котором переменный ток и напряжение воздействуют на твердотельные (электронные) элементы для создания на выходе импульсов, число которых пропорционально измеряемой активной энергии. То есть измерения активной энергии такими электросчетчиками основаны на преобразовании аналоговых входных сигналов тока и напряжения в счетный импульс. Измерительный элемент электронного электросчетчика служит для создания на выходе импульсов, число которых пропорционально измеряемой активной энергии. Счетный механизм представляет собой электромеханическое (имеет преимущество в областях с холодным климатом, при условии установки прибора на улице) или электронное устройство, содержащее как запоминающее устройство, так и дисплей. Электронные счетчики хорошо подходят для квартир с высоким энергопотреблением и для предприятий.

Основными достоинствами электронных электросчетчиков является возможность учёта электроэнергии по дифференцированным тарифам (одно-, двух- и более тарифный), то есть возможность запоминать и показывать

количество использованной электроэнергии в зависимости от запрограммированных периодов времени, многотарифный учёт достигается за счет набора счетных механизмов, каждый из которых работает в установленные интервалы времени, соответствующие различным тарифам. Электронные электросчетчики имеют большой межповерочный период (4-16 лет).

Гибридные счётчики электроэнергии — редко используемый вариант с цифровым интерфейсом, измерительной частью индукционного или электронного типа, механическим вычислительным устройством.



Рисунок 1.5 - Модели трехфазных счетчиков



Рисунок 1.6 - Импульсный электросчётчик с электромеханическим счётным механизмом, работающим от шагового электромагнитного привода

1.5 Мероприятия по снижению потерь электроэнергии

Мероприятия по снижению потерь электроэнергии можно разделить на организационные и технические.

1.5.1 Организационные мероприятия по снижению коммерческих потерь электроэнергии

Организационные мероприятия по снижению потерь электроэнергии – это, как правило, мероприятия, не требующие каких либо материальных затрат, а также повышающие точность расчетов показателей баланса электроэнергии, в т.ч. полезного отпуска потребителям.

К основным организационным мероприятиям по снижению коммерческих потерь следует отнести следующие:

1. Проверка наличия актов разграничения балансовой принадлежности по точкам поставки внешнего и внутреннего сечения учета электроэнергии, своевременная фиксация всех точек поставки электроэнергии, проверка на соответствие с договорными условиями.

2. Формирование и своевременная актуализация баз данных о потребителях электроэнергии и группах учета, с привязкой их к конкретным элементам схемы электрической сети.

3. Сверка фактических технических характеристик приборов учета и применяемых в расчетах.

4. Проверка наличия и правильности алгоритмов «дорасчета» потерь при установке приборов учета не на границе балансовой принадлежности.

5. Своевременная сверка показаний приборов учета, максимальная автоматизация операционной деятельности по расчетам объемов электроэнергии для исключения влияния «человеческого фактора».

6. Исключение практики «безучетного» электроснабжения.

7. Выполнение расчетов технологических потерь электроэнергии, повышение точности их расчетов.

8. Контроль фактических небалансов электроэнергии на ПС, своевременное принятие мер по устранению сверхдопустимых отклонений.

9. Расчеты «пофидерных» балансов электроэнергии в сети, балансов по трансформаторной подстанции (ТП) 10(6)/0,4 кВ, в линиях 0,4 кВ, для выявления «очагов» коммерческих потерь электроэнергии.

10. Выявление хищений электроэнергии.

1.5.2 Организационные мероприятия по снижению технических потерь электроэнергии

К организационным мероприятиям по снижению технических потерь электроэнергии относятся:

1. Меры по совершенствованию эксплуатационного обслуживания электросетей и оптимизация рабочих схем сетей.

2. Оптимизация режимов работы сетей, т.е. оптимизация мест размыкания линий с двусторонним питанием.

3. Снижение неоднородности сети (оптимизация мест размыкания контуров электросетей с различными номинальными напряжениями).

4. Оптимизация установившихся режимов электрических сетей по реактивной мощности.

5. Перевод генераторов электростанций в режим синхронных компенсаторов, определение оптимальной мощности компенсирующих устройств.

6. Оптимизация рабочих напряжений в центрах питания разомкнутых электрических сетей.

7. Отключение трансформаторов в режимах малых нагрузок на трансформаторных подстанциях с двумя и более трансформаторами, отключение трансформаторов на подстанциях с сезонной нагрузкой.

1.5.3 Технические мероприятия по снижению коммерческих потерь электроэнергии

Технические – это мероприятия, связанные с обслуживанием и совершенствованием систем учета электроэнергии, а также с внедрением каких-либо технических устройств, замена устаревших на более энергоэффективные.

К основным техническим мероприятиям, направленным на снижение коммерческих потерь электроэнергии, следует отнести следующие:

1. Инвентаризация измерительных комплексов электроэнергии, маркирование их знаками визуального контроля, пломбирование электросчетчиков, измерительных трансформаторов, установка и пломбирование защитных кожухов клеммных зажимов измерительных цепей.

2. Своевременная инструментальная проверка приборов учета, их поверка и калибровка.

3. Замена счетчиков электроэнергии и измерительных трансформаторов на приборы учета с повышенными классами точности.

4. Устранение недогрузки и перегрузки трансформаторов тока и напряжения, недопустимого уровня потерь напряжения в измерительных цепях ТН.

5. Установка приборов учета на границах балансовой принадлежности, в т.ч. пунктов учета электроэнергии на границе раздела балансовой принадлежности, проходящей по линиям электропередач.

6. Совершенствование расчетного и технического учета электроэнергии, замена устаревших измерительных приборов, а также приборов учета с техническими параметрами, не соответствующими законодательным и нормативно – техническим требованиям.

7. Установка приборов учета за пределами частных владений.

8. Замена «голых» алюминиевых проводов воздушных линий (ВЛ) – 0,4 кВ на самонесущие изолированные провода (СИП), замена вводов в здания, выполненных голым проводом, на коаксиальные кабели.

9. Внедрение автоматизированных информационно-измерительных систем коммерческого учета электроэнергии (АИИС КУЭ), как для промышленных, так и для бытовых потребителей.

Стоит отметить, что последнее из перечисленных мероприятий является наиболее эффективным в снижении коммерческих потерь электроэнергии, поскольку является комплексным решением основных ключевых задач, обеспечивая достоверное и дистанционное получение информации от каждой точки измерения, осуществляя постоянный контроль исправности приборов учета. Кроме того, максимально усложняется осуществление несанкционированного электропотребления, и упрощается выявление «очагов» потерь в кратчайшие сроки с минимальными трудозатратами. Ограничивающим фактором широкой автоматизации учета электроэнергии является дороговизна систем АИИС КУЭ. Реализацию данного мероприятия, возможно, осуществлять поэтапно, определяя приоритетные узлы электрической сети для автоматизации учета на основании предварительного энергетического обследования с оценкой экономической эффективности внедрения проекта.

Для решения вопросов по снижению коммерческих потерь электроэнергии также необходимо совершенствовать нормативно-правовую базу в области энергоснабжения и учета электроэнергии. В частности, применение нормативов потребления коммунальных услуг по электроснабжению должно побуждать абонентов к скорейшей установке приборов учета (устранения их неисправностей), а не к подсчету выгоды от их отсутствия. Процедура допуска представителей сетевых компаний для проверки состояния приборов учета и снятия их показаний у потребителей, в первую очередь у физических лиц, должна быть максимально проста, а ответственность за несанкционированное электропотребление усилена [16].

1.5.4 Технические мероприятия по снижению технических потерь электроэнергии

К техническим мероприятиям по снижению технических потерь электроэнергии относятся мероприятия:

1. По реконструкции сетей;
2. Модернизации сетей;
3. Замене или установке дополнительного оборудования – такого как регулируемые компенсирующие устройства для оптимизации потоков реактивной мощности и снижения недопустимых или опасных уровней напряжения в узлах сетей;
4. Управляемые шунтирующие реакторы;
5. Статические компенсаторы реактивной мощности;
6. Замена перегруженных проводов и трансформаторов;
7. Замена недогруженных трансформаторов;
8. Установка линейных регуляторов напряжения;
9. Установка и ввод в работу на трансформаторах с регулировкой под напряжением (РПН) устройств автоматического регулирования коэффициента трансформации;
10. Установка автоматически регулируемых конденсаторных установок;
11. Установка вольтодобавочных трансформаторов с поперечным регулированием;
12. Перевод сетей на более высокий уровень напряжения;
13. Оптимизация загрузки электрических сетей за счет строительства линий и подстанций;
14. Установка multifunctional устройств повышения качества электроэнергии.

2 Аналитическая часть

2.1 Характеристика предприятия

Краснокаменский участок расположен в Красноярском крае, Курагинском районе, п. Краснокаменск, промышленная площадка подстанции (ПС) 35/6 кВ «Краснокаменская».

Услуги Краснокаменского участка:

- передача и распределение электрической энергии
- энергосбережение и установка приборов учета
- технологическое присоединение и т.п.

Краснокаменский участок относится к Минусинскому филиалу АО «КрасЭКо», который располагается в Минусинске на ул. Бограда, 8.

2.2 Характеристика номенклатуры продукции (работ и услуг)

Основной целью деятельности Краснокаменского участка является получение прибыли, для получения прибыли участок вправе осуществлять любые виды деятельности, не запрещенные законом, в том числе:

- оказание услуг по передаче электрической энергии;
- оказание услуг по распределению электрической энергии;
- оперативно-диспетчерское управление и соблюдение режимов энергосбережения и энергопотребления;
- оказание услуг по технологическому присоединению к электрическим сетям;
- оказание услуг по сбору, передаче и обработке технологической информации, включая данные измерений и учёта;
- осуществление контроля за безопасным обслуживанием электрических установок у потребителей, подключенных к электрическим сетям общества;
- деятельность по эксплуатации электрических сетей;

- обеспечение работоспособности и исправности энергетического оборудования в соответствии с действующими нормативными требованиями, проведение технического обслуживания, диагностики, ремонта электрических сетей и иных объектов электросетевого хозяйства, а также технологическое управление ими;

- проведение испытаний и измерений энергоустановок (в том числе потребителей);

- обеспечение работоспособности и исправности, проведение технического обслуживания, диагностики и ремонта сетей технологической связи, средств измерений и учета, оборудования релейной защиты и противоаварийной автоматики и иного, технологического оборудования, связанного с функционированием электросетевого хозяйства, а также технологическое управление ими;

- организация работы по обеспечению охраны труда;

- организация работы по обеспечению надежной и безаварийной работы оборудования;

Осуществление иных видов деятельности, не запрещенных федеральным законодательством.

В рамках, предоставленных Положением, Краснокаменский участок вправе осуществлять иные виды деятельности, предусмотренные законодательством РФ.

2.3 Деятельность Краснокаменского участка

Краснокаменский участок Минусинского филиала АО «КрасЭКо» поставщик услуг по передаче электроэнергии и технологическому присоединению к электросетям в поселке Краснокаменск.

Общая численность персонала Краснокаменского участка - 16 человек.

Основной производственный потенциал участка составляют 17 трансформаторных подстанций напряжением 6/0,4 кВ, расположенных на территории поселка Краснокаменск.

Протяженность линий электропередачи, эксплуатируемых Краснокаменским участком, составляет 211 км.

Целью Краснокаменского участка является социально-экономическое развитие п. Краснокаменск через прогрессивное развитие и стабильное функционирование электросетевого комплекса.

2.4 Характеристика персонала Краснокаменского участка

Персонал Краснокаменского участка Минусинского филиала общества АО «КрасЭКо» – это все лица, вступившие в трудовые отношения с организацией, т.е. отношения, основанные на соглашении между работником и работодателем о личном выполнении работником за плату трудовой функции (работы по должности в соответствии со штатным расписанием, профессии, специальности с указанием квалификации; конкретного вида поручаемой работнику работы), подчинении работника правилам внутреннего трудового распорядка при обеспечении работодателем условий труда, предусмотренных трудовым законодательством и иными нормативными правовыми актами, содержащими нормы трудового права, коллективным договором, соглашениями, локальными нормативными актами, трудовым договором. Организационная структура Краснокаменского участка утверждается директором Минусинского филиала АО «КрасЭКо». Штатное расписание и Правила внутреннего трудового распорядка утверждаются директором Минусинского филиала АО «КрасЭКо» после согласования с генеральным директором Общества.

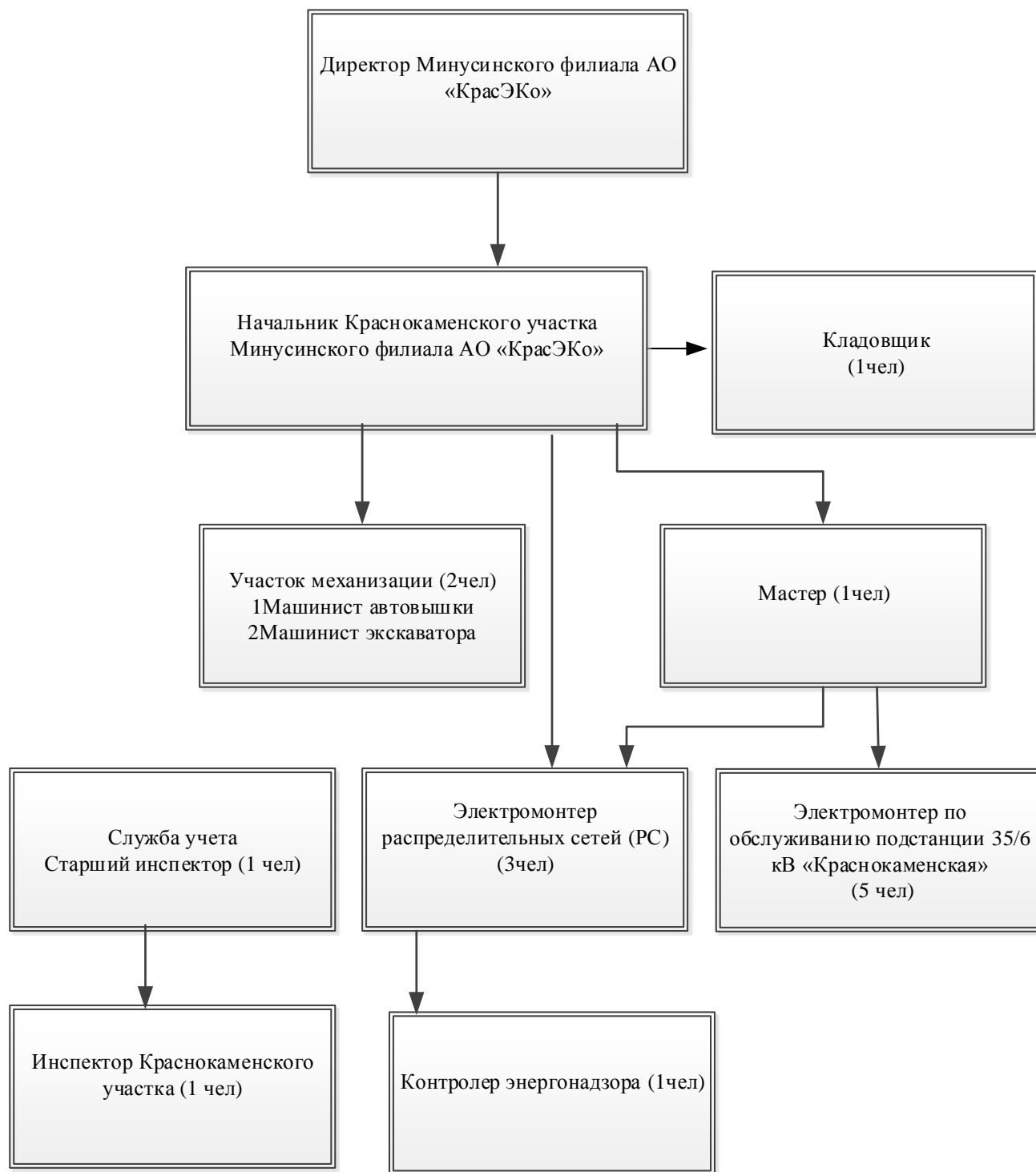


Рисунок 2.1 – Организационная структура
Краснокаменского участка Минусинского филиала АО «КрасЭКо»

2.5 Анализ схем подстанции 35/6 кВ «Краснокаменская»

2.5.1 Описание однолинейной схемы подстанции 35/6 кВ «Краснокаменская»

ПС 35/6 кВ «Краснокаменская» получает питание от тяговой ПС 220/35/27,5 кВ «Кошурниково» по линиям Т-51, Т-52, 35 кВ, затем от этих линий получают питание трансформаторы 1-Т и 2-Т, далее от трансформаторов получают питание ячейки, расположенные на 1, 2 сек. шин 6 кВ, от которых непосредственно запитаны потребители 0,4 кВ, а также запитаны понизительные подстанции, которые расположены на территории поселка Краснокаменск. Эти понизительные подстанции служат для передачи электроэнергии потребителям поселка Краснокаменск.

Подробно рассмотрим Краснокаменский участок Минусинского филиала АО «КрасЭКо» поселок Краснокаменск, который получает питание по средствам кабельной линии ААШВ-6 (3х185) длиной 700 от ячеек №17 и №26 ПС 35/6 кВ «Краснокаменская».

Расшифровка кабеля ААШВ:

А - алюминиевая токопроводящая жила; А - алюминиевая оболочка;

ШВ - защитный покров в виде шланга из поливинилхлоридного пластика.

От опоры № 1 по средствам воздушной линии – 6 кВ фидер Ф-26 длиной 4,5 км и ВЛ-6 кВ фидер Ф-17 длиной 6 км получают питание трансформаторные подстанции поселка Краснокаменск ТП 6/0,4 кВ общее количество которых - 16 единиц.

Поэтому, из выше изложенного следует, что, исследуемый Краснокаменский участок является, непосредственно, источником питания для поселка Краснокаменск. Поскольку в поселке Краснокаменск имеются потребители второй и категории, транзит электроэнергии выполнен по двум фидерам ПС 35/6 кВ «Краснокаменская», от ячеек 17 и 26 подстанции.

2.5.2 Схемы исследуемой сети 6- 0,4 кВ

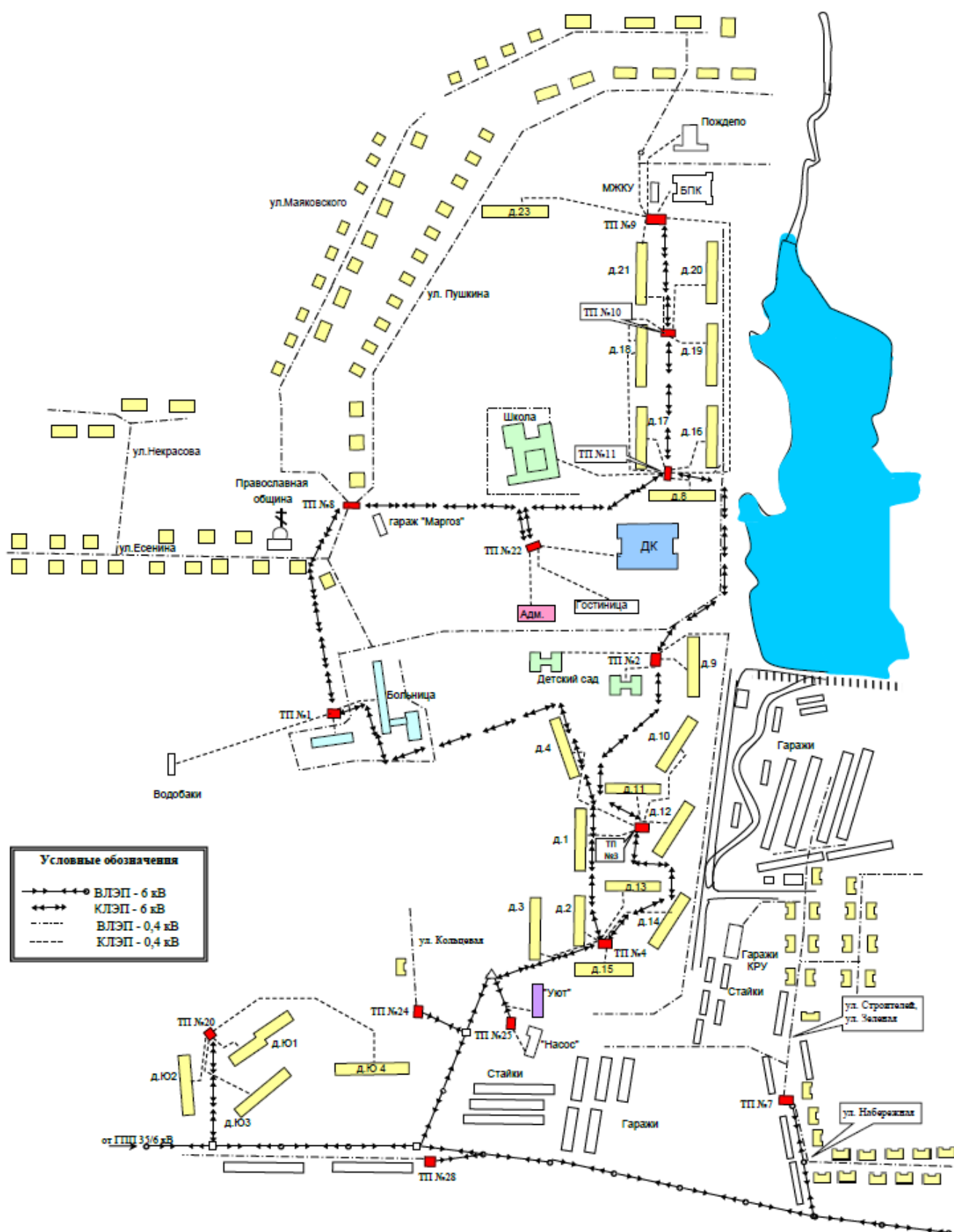


Рисунок 2.3 – План электрических сетей п. Краснокаменск

На плане электрических сетей поселка Краснокаменск представлены воздушные и кабельные линии напряжением 6 кВ, посредством которых получают питание трансформаторные подстанции ТП 6/0,4 кВ. ВЛ-6 кВ фидер №17 длинна L=6000 м. ВЛ-6 кВ фидер №26 длинна L=4500м.

Потребители поселка Краснокаменск получают питание от 16 трансформаторных подстанций напряжением 6/0,4 кВ.

От ТП №4 - (1х400 кВА и 1х630 кВА) по кольцевой схеме кабелем КЛ-6 кВ получают питание следующие трансформаторные подстанции: ТП №3, ТП №2, ТП №11, ответвлением от ТП №11 запитаны - ТП №10, ТП №9, далее от ТП №11 питается ТП №22, ТП №8, ТП №1.

От трансформаторных подстанций воздушной или кабельной линией 0,4 кВ запитаны непосредственные потребители электроэнергии и мощности поселка Краснокаменск.

Потребители, подключенные к ТП №4: жилые многоэтажные дома №2,3,13,14,15.

Потребители, подключенные к ТП №3: жилые многоэтажные дома №1,4,10,11,12.

Потребители, подключенные к ТП №2: жилой многоэтажный дом №9, детский сад, гостиница.

Потребители, подключенные к ТП №11: жилые многоэтажные дома №8,16,17,18, школа.

Потребители, подключенные к ТП №10: жилые многоэтажные дома №19,20,21.

Потребители, подключенные к ТП №9: жилой многоэтажный дом №23, пожарное депо, банно-прачечный комбинат.

Потребители, подключенные к ТП №22: дом культуры поселка Краснокаменск.

Потребители, подключенные к ТП №8: частные жилые дома по улице Пушкина и улице Маяковского.

Потребители, подключенные к ТП №1: больница, водобаки.

Остальные трансформаторные подстанции запитаны от источника питания ПС 35/6 кВ «Краснокаменская» магистральной схемой.

Потребители, подключенные к ТП №25: гаражи, насос, стайки.

Потребители, подключенные к ТП №28: частный сектор.

Потребители, подключенные к ТП №20: жилые многоквартирные дома №1,2,3,4 микрорайона Южный.

Потребители, подключенные к ТП №29: общество «Прибрежное».

Потребители, подключенные к ТП №12: частные жилые дома по улицам Береговая, Рудная, Новая.

Потребители, подключенные к ТП №7: частные жилые дома по улицам Строителей, Зеленая и Набережная.

Потребители, подключенные к ТП №24: частные жилые дома по улице Кольцевая.

ВЛ-6 кВ фидер №17 длина $L=6000$ м.

От опоры №1 до опоры №32 питание выполнено ВЛ- 6 кВ проводом марки АС-150 длиной $L=2730$ м.

От опоры №32 до ТП №4 - (1х400 кВА и 1х630 кВА) питание выполнено КЛ- 6 кВ кабелем марки ААШВ-6 (3х185) длиной $L=140$ м.

От ТП №4 - (1х400 кВА и 1х630 кВА) по кольцевой схеме запитаны следующие подстанции: ТП-№3, ТП-№2, ТП-№11 (от ТП-№11 запитаны ТП-№10 и ТП-№9) далее ТП-№22, ТП-№8, ТП-№1 и последняя (ТП-№1) вновь запитана от ТП-№4-(1х400 кВА и 1х630 кВА), в результате чего образовалось кольцо. Известно, что кольцевые схемы должны иметь два источника питания, поскольку потребители электроэнергии по надежности и бесперебойности электроснабжения (ЭСН) относятся ко 2й категории, поэтому ТП-№4 -(1х400 кВА и 1х630 кВА) имеет связь с фидером №17 и фидером №26 посредством кабельной линии КЛ-6 кВ ААШВ – 6 (3х185) длиной $L= 140$ м.

Потребители, получающие питание по кольцевой схеме:

ТП-№4 - (1х 400 кВА и 1х630 кВА) питает дома № 2,3,13,14,15. От ТП-№4 - (1х400 кВА и 1х630 кВА) кабельной линией КЛ – 6 кВ кабелем марки

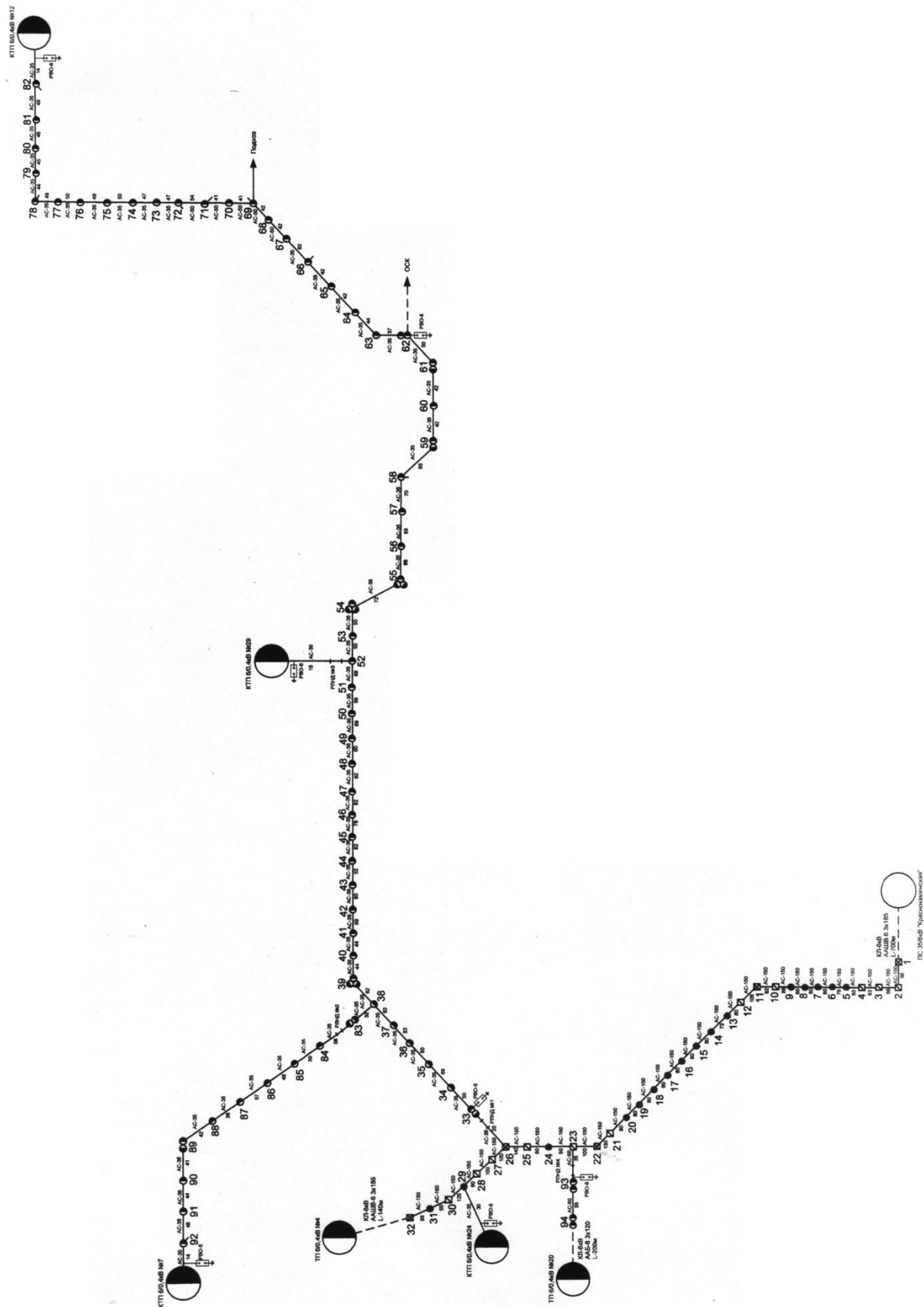


Рисунок 2.4 – Поопорная схема ВЛ 6 кВ фидера Ф17

ААБ-6 (3х120) длиной L=200м запитана ТП-№3 (2х400 кВА), от которой получают питание дома №1,4,10,11,12. Далее от ТП-№3 (2х400 кВА) кабельной линией КЛ-6 кВ кабелем марки ААБ-6 (3х120) длиной L=290 м запитана ТП-№2 (1х400 кВА) от которой получают питание дом №9, детский сад, гостиница. От ТП-№2 (1х400 кВА) кабельной линией КЛ-6 кВ кабелем марки ААШВ-6 (3х120) длиной L=450 м запитана ТП-№11 (2х400 кВА) от которой получают питание дома №8,16,17,18, школа.

Расшифровка названия марки ААБ:

А – алюминиевая жила токопроводящая, А – алюминиевая оболочка, Б – броня из стальных лент.

От ТП-№11 (2х400 кВА) кабельной линией КЛ-6 кВ кабелем марки ААБ-6 (3х120) длиной L=240 м запитана ТП-№10 (1х400 кВА и 1х250 кВА), от которой получают питание дома №19,20,21. От ТП-№10 (1х400 кВА и 1х250 кВА) кабельной линией КЛ-6 кВ кабелем марки ААБ-6 (3х120) длиной L=200 м запитана ТП-№9 (1х400 кВА) от которой получают питание дом №23, пожарное депо, банно-прачечный комбинат (БПК).

От ТП-№11 (2х400 кВА) так же запитана кабельной линией КЛ-6 кВ кабелем марки ААБ-6 (3х120) длиной L=210м ТП-№22 (2х400 кВА) от которой получает питание дом культуры.

От ТП-№22 (2х400 кВА) кабельной линией КЛ-6 кВ кабелем марки ААБ-6 (3х120) длиной L=390 м запитана ТП-№8 (2х400 кВА) , от которой получают питание улица Пушкина и улица Маяковского.

От ТП-№8 (2х400 кВА) кабельной линией КЛ-6 кВ кабелем марки ААБ-6 (3х120) длиной L=378 м запитана ТП-№1 (2х400 кВА), от которой получает питание больница.

ТП №1(2х400 кВА) связана с ТП-№4 (1х400 кВА и 1х630 кВА) в кольцо кабельной линией КЛ-6 кВ кабелем марки ААБ-6 (3х120) длиной L=708 м.

Остальные потребители электроэнергии по надежности и бесперебойности ЭСН относятся к 3й категории, поэтому имеют один источник питания.

От опоры №23 до опоры №93 питание выполнено ВЛ – 6 кВ проводом марки АС-50 длиной L=90 м.

Далее от опоры №93 с помощью кабельной линии КЛ-6 кВ кабелем марки ААБ-6 (3х120) длиной L=200 м запитана ТП№20-(2х400 кВА) от которой питаются потребители: дома №1,2,3,4 микрорайона Южный.

От опоры № 29 до КТП №24- (1х100 кВА) питание выполнено ВЛ – 6 кВ проводом марки АС-35 длиной L=30 м. От КТП-№24 (1х100 кВА) запитана улица Кольцевая.

От опоры №26 до опоры №67 питание выполнено ВЛ – 6 кВ проводом марки АС-35 длиной L= 1955 м. От опоры №67 до опоры №72 питание выполнено ВЛ – 6 кВ проводом марки АС-50 длиной L=220 м.

От опоры №72 до КТП №12- (1х400 кВА) питание выполнено ВЛ- 6 кВ проводом марки АС-35 длиной L=490 м. От КТП №12 (1х400 кВА) запитаны улицы: Береговая, Рудная, Новая.

От опоры №38 до КТП №7- (1х400 кВА) питание выполнено ВЛ-6 кВ проводом марки АС-35 длиной L=470 м. От КТП №7 (1х400 кВА) запитаны улицы: Строительная, Зеленая, Набережная.

От опоры №52 до КТП № 29- (1х63 кВА) питание выполнено ВЛ -6 кВ проводом марки АС-35 длиной L=15 м. от КТП№29 (1х63 кВА) получает питание общество «Прибрежное».

ВЛ-6 кВ фидер №26 длинна L=4500м. Потребители электроэнергии получающие питание посредством фидера №26 по надежности и бесперебойности ЭСН относятся ко 2й (КТП-№4) и 3й категории. От опоры №1 до опоры №32 питание выполнено ВЛ- 6 кВ проводом марки АС-150 длиной L=2730м. От опоры №26 до опоры №62 питание выполнено ВЛ- 6 кВ проводом марки АС-35 длиной L=1728м. От опоры №32 до КТП №25-(1х400кВА) питание выполнено КЛ- 6 кВ проводом марки АС-35 длиной L=25м. От КТП №25-(1х400кВА) запитаны «Насос», «Уют».

От опоры №34 до КТП №28-(1х250кВА) питание выполнено КЛ- 6 кВ проводом марки АС-35 длиной L=17м.

2.6 Потери электрической энергии и их анализ (графики)

К Минусинскому филиалу АО «КрасЭКо» относятся следующие структурные подразделения (филиалы, участки):

- Боготольский филиал;
- Ачинский филиал;
- Манский участок;
- Бородинское отделение;
- Кодинский филиал;
- Богучанский филиал;
- Абанское отделение;
- Нижне Ингашское отделение;
- Иланское отделение;
- Канское отделение;
- Лесосибирский филиал;
- Мотыгинский филиал;
- Енисейский филиал;
- Краснокаменский участок;
- Красноярский участок;
- Большемуртинский участок;
- Ужурский участок;
- С-Енисейский участок;
- Березовский филиал;
- Железногорский филиал;

Для каждого участка АО «КрасЭКо» в 2012 году установлен плановый уровень нормативных коммерческих потерь электрической энергии, действующий по сегодняшний день, который представлен в таблице 2.1

Из представленной таблицы 2.1 для анализа выбираем Краснокаменский участок, поскольку на данном участке необходимо снижать коммерческие

Таблица 2.1 – Плановый уровень нормативных потерь электрической энергии в сетях АО «КрасЭКо»

№ п/п	Структурное подразделение АО «КрасЭКо»	Плановый уровень нормативных потерь, %
1	Боготольский филиал;	21,41
2	Ачинский филиал;	18,35
3	Манский участок;	20,59
4	Бородинское отделение;	17,99
5	Кодинский филиал;	15,16
6	Богучанский филиал;	21,58
7	Абанское отделение;	21,44
8	Нижне Ингашское отделение;	25,54
9	Иланское отделение;	23,37
10	Канское отделение;	20,09
11	Лесосибирский филиал;	19,31
12	Мотыгинский филиал;	23,68
13	Енисейский филиал;	21,58
14	Краснокаменский участок;	5,83
15	Красноярский участок;	3,00
16	Большемуртинский участок;	22,04
17	Ужурский участок;	17,55
18	С-Енисейский участок;	2,41
19	Березовский филиал;	20,70
20	Железногорский филиал;	9,31

потери. В сравнении с другими участками и отделениями АО «КрасЭКо» потери чуть ниже, поскольку протяженность распределительных сетей Краснокаменского участка в разы меньше, чем в других отделениях и, соответственно, количество присоединений (потребителей) тоже меньше. Необходимо проанализировать, и по возможности внедрить на Краснокаменском участке, используемые на других участках и отделениях филиала АО «КрасЭКо» энергосберегающие мероприятия, а так же предложить

новые методы для борьбы с коммерческими потерями, которые ещё не использовались в распределительных сетях АО «КрасЭКо».

Проведем анализ коммерческих потерь электрической энергии Краснокаменского участка Минусинского филиала АО «КрасЭКо» [далее участок] ПС 35/6 кВ «Краснокаменная», которая питает п. Краснокаменск по фидерам Ф-17,Ф-26 .

Проанализируем коммерческие потери электрической энергии относительно потребления (отпуска в сеть) электрической энергии в период с 2012-2016г.г. Приведем анализ коммерческих потерь электрической энергии участка.

Данные представлены в таблицах 2.2-2.6

Таблица 2.2 – Аналитические данные по фидерам Ф-17,Ф-26 участка за 2012 г.

месяц	Отпуск в сеть, кВтч	Потери, кВтч	План, тыс.кВт·ч	Факт, тыс.кВт·ч	Отпуск в сеть, %	Полезный отпуск, %	Соотношение потерь к полезному отпуску, %	Норматив потерь э/э, %
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Январь	2920967	234029	232509,0	234029	99,97	91,96	8,0	7,96
Февраль	2650541	201249	204621,8	201249	99,96	92,37	7,6	7,72
Март	2212964	264338	165972,3	264338	99,96	88,02	11,9	7,50
Апрель	1815242	182080	128882,2	182080	99,99	89,96	10,0	7,10
Май	1777703	116878	108439,9	116878	99,93	93,36	6,6	6,10
Июнь	1597628	12250	15816,5	12250	100,42	99,65	0,8	0,99
Июль	1677220	19411	17443,1	19411	100,23	99,07	1,2	1,04
Август	1657145	103197	36457,2	103197	100,04	93,81	6,2	2,20
сентябрь	1631341	123114	55302,5	123114	100,04	92,49	7,5	3,39
Октябрь	2105110	122875	115781,1	122875	100,05	94,21	5,8	5,50
Ноябрь	2313801	300603	162660,2	300603	99,99	87,00	13,0	7,03
Декабрь	2846956	391833	227756,5	391833	99,98	86,22	13,8	8,00

Оценивая соотношение нормативных и реальных потерь электроэнергии в 2012 году, видим, что значения реальных потерь превышают нормативные

данные, поэтому необходимо внедрение энергосберегающих мероприятий, которые помогут снизить значения реальных потерь.

Согласно данных таблицы 2.2 составим графики и диаграммы (рисунки 2.6-2.8)

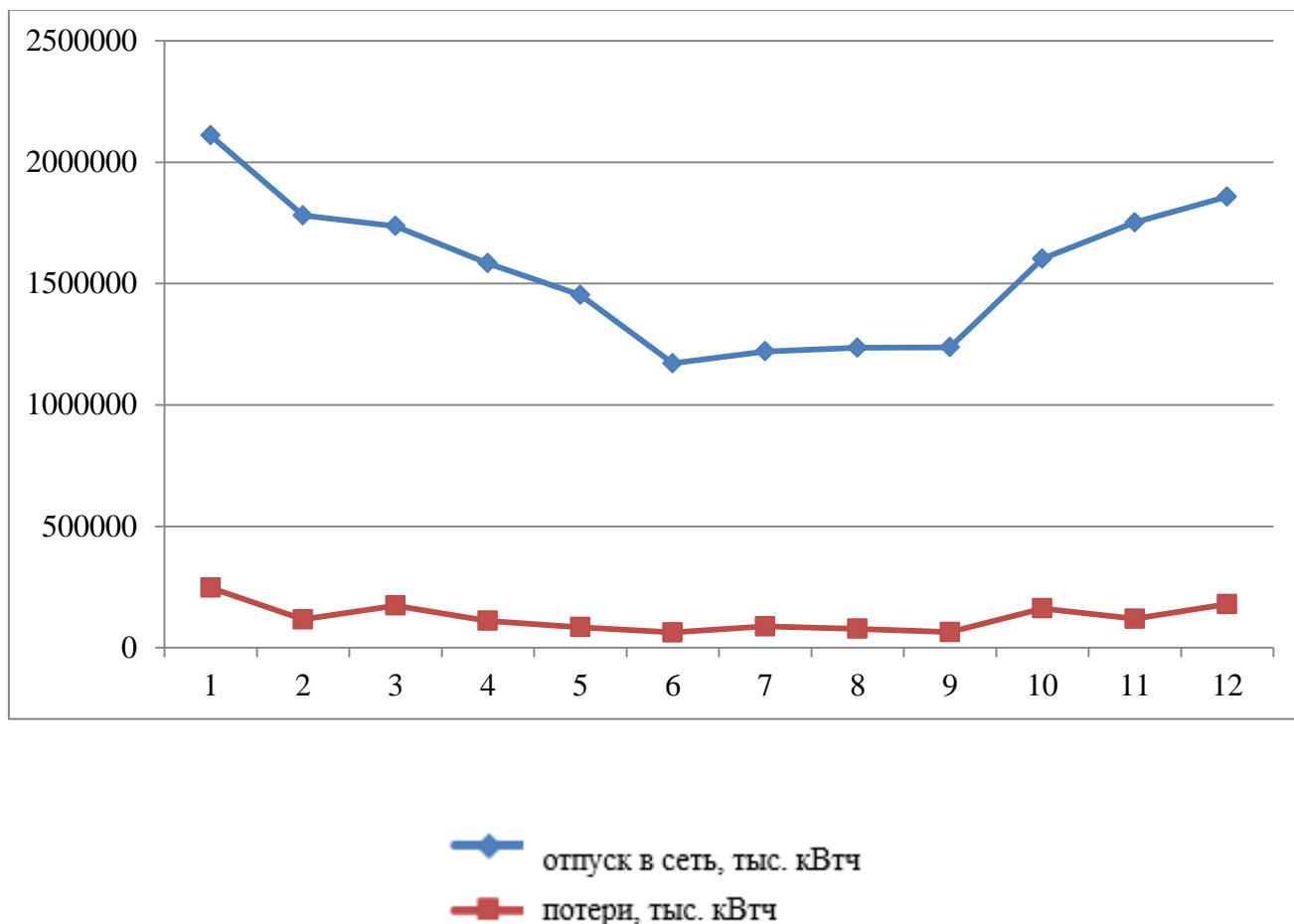


Рисунок 2.6 - Отпуск в сеть и потери за 2012 г.

Анализируя отпуск в сеть и потери (рисунок 2.6) видно, что потери не связаны с отпуском в сеть (потреблением) в период январь-декабрь, а периодическое падение потерь вызвано перечислением денежных средств государственными учреждениями (детский сад, больница, школа и т.п.) за потребленную электроэнергию или рядом других факторов.

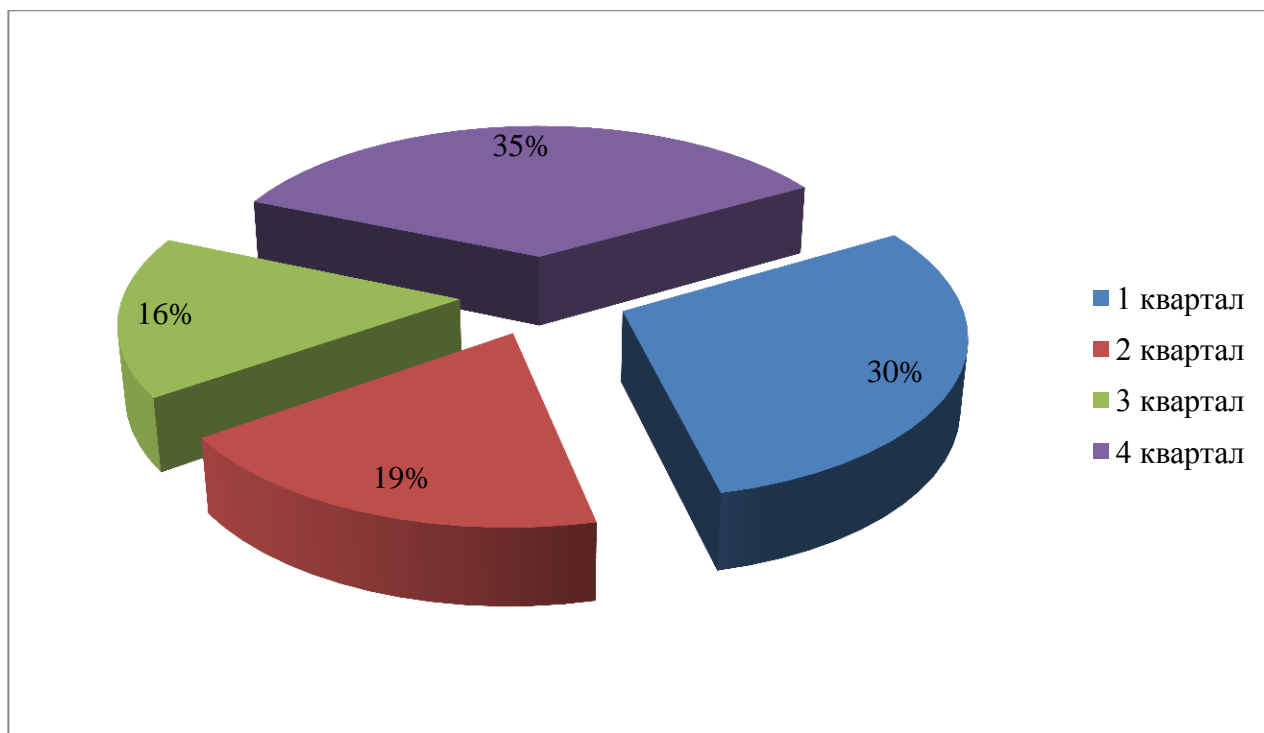


Рисунок 2.7 – Квартальные коммерческие потери за 2012 г.

Диаграмма показывает, что в 1-м и 4-м квартале коммерческие потери электрической энергии составляют 30% и 35% соответственно, что обусловлено большим потреблением электрической энергии за счет использования обогревательных приборов, короткой продолжительности дня и др., чем во 2-м и 3-м квартале 2012 года.

Динамика изменения коммерческих потерь электрической энергии напрямую связана с полезным отпуском электрической энергии.

Из графика, представленного на рисунке 2.8 видно, что в большинстве случаев фактические потери превышают нормативные потери, но в соотношении с полезным отпуском электрической энергии в сеть значение потерь допустимо. Необходимо применение мер, способствующих снижению фактических потерь и доведению до значений представленных нормативных потерь.

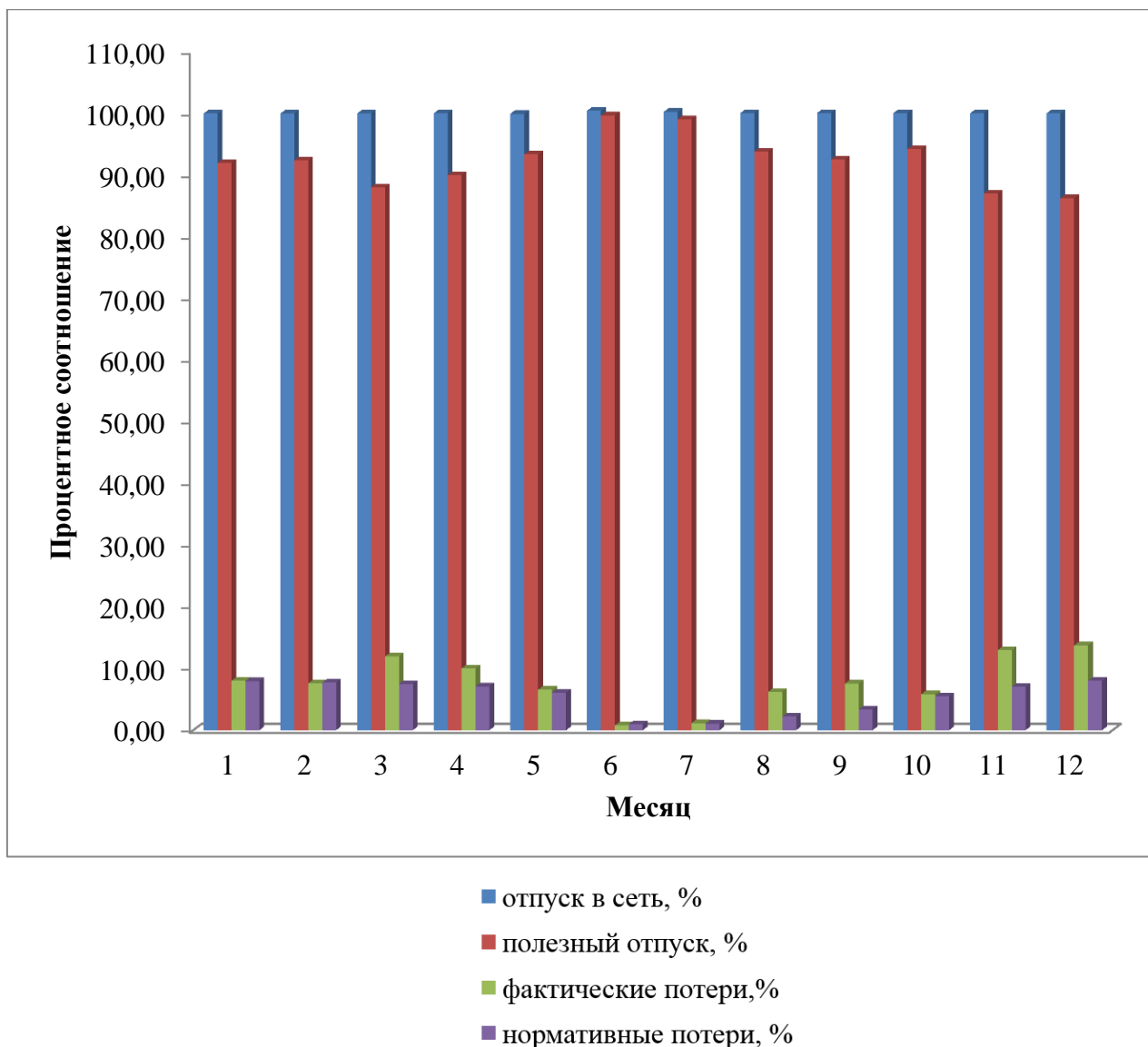


Рисунок 2.8 – Соотношение отпуска в сеть, полезного отпуска и коммерческих потерь 2012 г.

Оценивая соотношение нормативных и реальных потерь электроэнергии в 2013 году, видим, что значения реальных потерь не превышают нормативные данные или находятся на том же уровне, необходимо продолжать внедрение энергосберегающих мероприятий, которые помогут снизить значения реальных потерь.

Согласно данных, представленных в таблице 2.3, составим графики и диаграммы (рисунки 2.9-2.11)

Таблица 2.3 – Аналитические данные по фидерам Ф-17, Ф-26 участка за 2013
год

месяц	Отпуск в сеть, кВтч	Потери, кВтч	План, тыс.кВт·ч	Факт, тыс.кВт·ч	Отпуск в сеть, %	Полезный отпуск, %	Соотношение потерь к полезному отпуску, %	Норматив потерь э/э, %
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Январь	2658362	2539572	211606	118790	178,1	170,2	7,96	8,04
Февраль	2366558	2251290	182698	115268	158,5	150,8	7,72	7,80
Март	2263130	2031848	169735	231282	73,4	65,9	7,50	7,58
Апрель	2021708	1914336	143541	107372	133,7	126,6	7,10	7,17
Май	2025144	1852990	123534	172154	71,8	65,7	6,10	6,16
Июнь	1551684	1512208	15362	39476	38,9	37,9	0,99	1,00
Июль	1554629	1476112	16168	78517	20,6	19,6	1,04	1,05
Август	1584326	1497938	34855	86388	40,3	38,1	2,20	2,22
сентябрь	1716655	1576592	58195	140063	41,5	38,2	3,39	3,42
Октябрь	1992285	1815587	109576	176698	62,0	56,5	5,50	5,56
Ноябрь	2053822	1846398	144384	207424	69,6	62,6	7,03	7,10
Декабрь	2272284	1994511	181783	277773	65,4	57,4	8,00	8,08

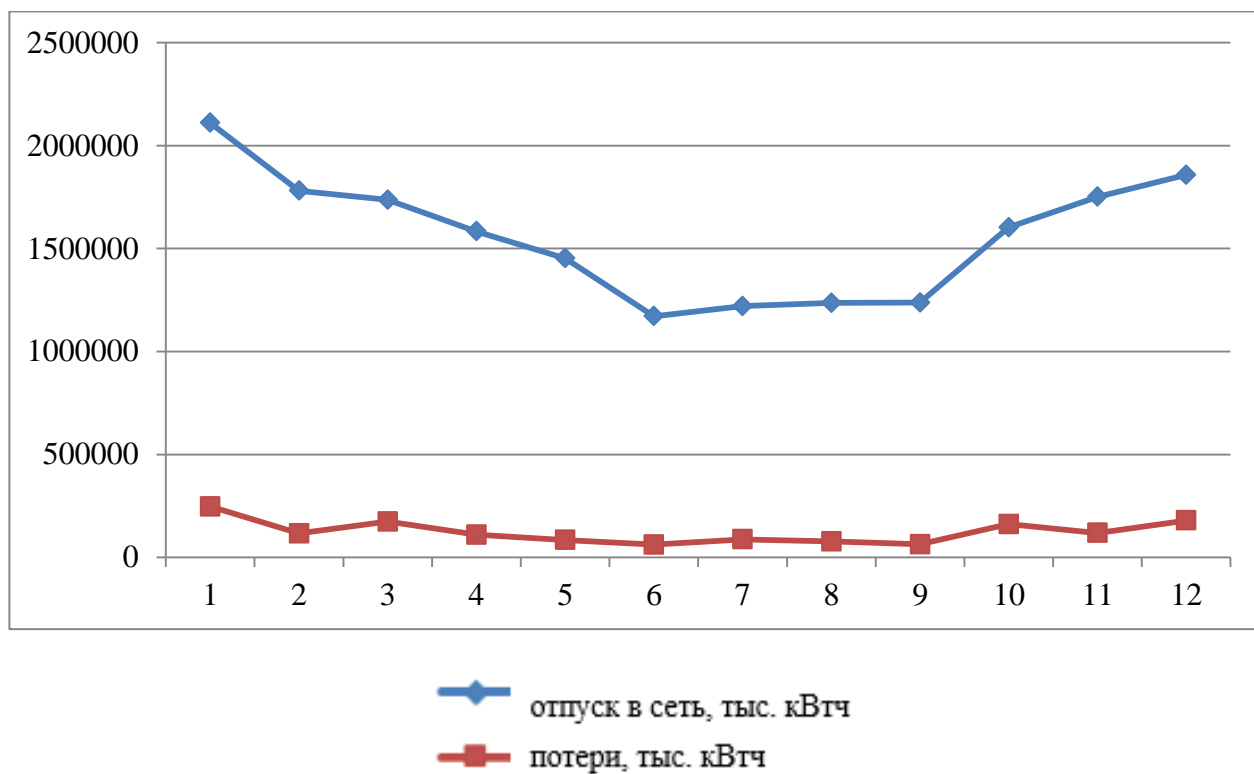


Рисунок 2.9 - Отпуск в сеть и потери за 2013 г.

Анализируя график, представленный на рисунке 2.9, можно сделать вывод, что коммерческие потери электрической энергии вызваны потерей в проводе при передаче электроэнергии и не санкционированным отбором электроэнергии потребителями.

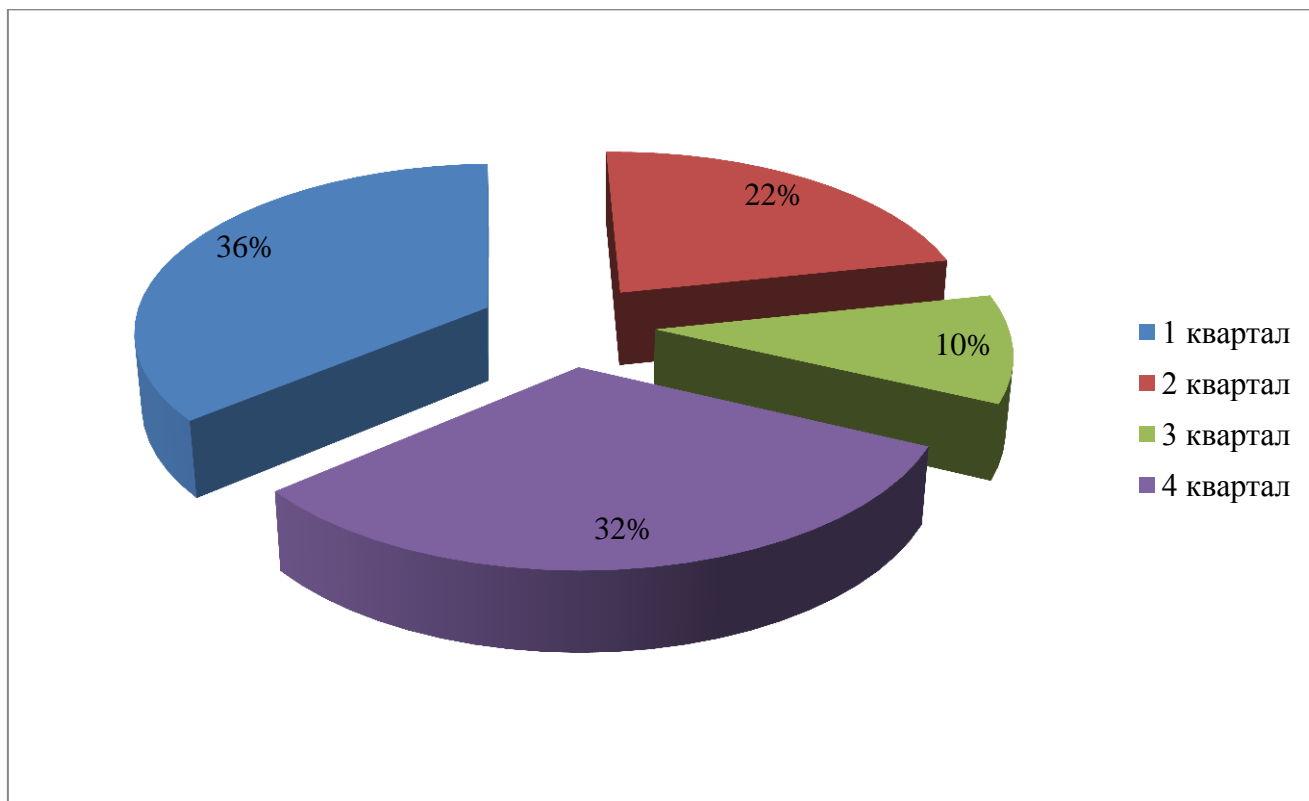


Рисунок 2.10 – Квартальные коммерческие потери за 2013 г.

Из диаграммы видно, что потери имеют определенную динамику.

Снижение обусловлено меньшим потреблением электроэнергии в теплые времена года за счет большей продолжительности дня т.е. меньшим использованием осветительных установок. По сравнению с зимними временами, когда продолжительность светового дня не велика.

Коммерческие потери в первом и четвертом квартале 2013 г. составляли 36 и 32 % соответственно. А во втором и третьем квартале потери заметно ниже и составляют 22 и 10 % соответственно.

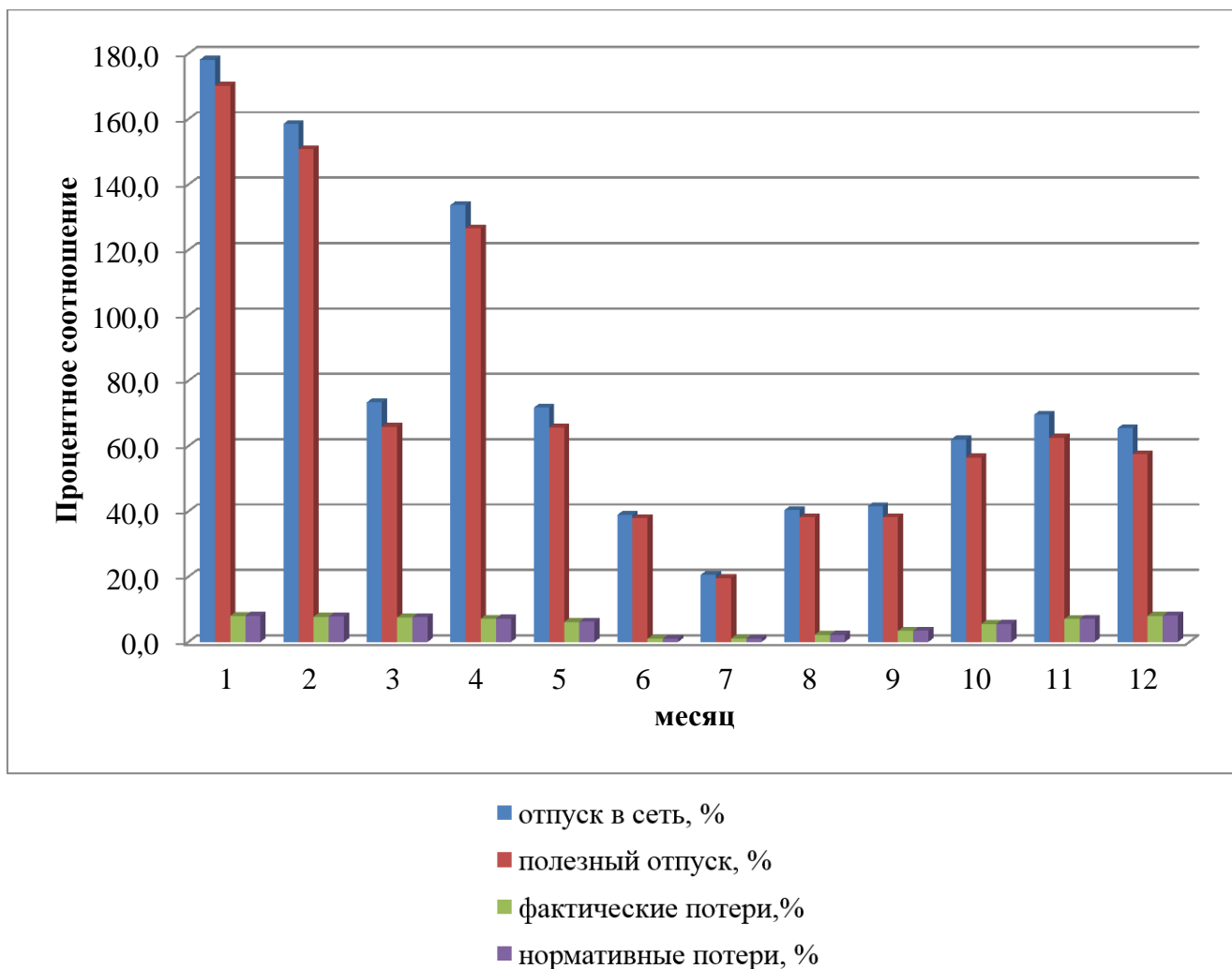


Рисунок 2.11 – Соотношение отпуска в сеть, полезного отпуска и коммерческих потерь 2013 г.

Из графика, представленного на рисунке 2.11 видно, что на 2013 год ситуация улучшилась, фактические потери электрической энергии практически не превышают нормативные, что говорит об успешном внедрении ряда энергоэффективных энергосберегающих мероприятий, способствующих снижению коммерческих потерь электрической энергии, подробно о данных мероприятия описано в практической части данной работы.

Таблица 2.4 – Аналитические данные по фидерам Ф-17, Ф-26 участка за 2014 г.

месяц	Отпуск в сеть, кВтч	Потери, кВтч	План, тыс.кВт·ч	Факт, тыс.кВт·ч	Отпуск в сеть, %	Полезный отпуск, %	Соотношение потерь к полезному отпуску, %	Норматив потерь э/э, %
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Январь	2256365	273788	273788	1982577	107,4	134,6	12,1	8,12
Февраль	2059170	167311	167311	1891859	98,1	82,2	8,1	7,87
Март	2005292	253778	253778	1751514	95,5	124,7	12,7	7,65
Апрель	1800849	116878	116878	1683971	85,8	57,4	6,5	7,24
Май	1682551	161823	161823	1520728	80,1	79,5	9,6	6,22
Июнь	1364633	72838	72838	1291795	65,0	35,8	5,3	1,01
Июль	1337342	-7297	-7297	1344639	63,7	-3,6	-0,5	1,06
Август	1284537	165826	165826	1118711	61,2	81,5	12,9	2,24
сентябрь	1459364	164666	164666	1294698	69,5	80,9	11,3	3,46
Октябрь	1780422	201462	201462	1578960	84,8	99,0	11,3	5,61
Ноябрь	1884703	217073	217073	1667630	89,7	106,7	11,5	7,17
Декабрь	2084835	246444	246444	1838391	99,3	121,1	11,8	8,16

Оценивая соотношение нормативных и реальных потерь электроэнергии в 2014 году, видим, что значения реальных потерь электроэнергии превышают, иногда не превышают нормативные данные или находятся на том же уровне, поэтому необходимо внедрение энергосберегающих мероприятий, которые помогут снизить значения реальных коммерческих потерь электрической энергии.

Согласно данных таблицы 2.4 составим графики и диаграммы (рисунки 2.12-2.14)

Коммерческие потери электрической энергии складываются из потерь в проводе при передаче электроэнергии потребителю и не санкционированному подключению помимо счетчиков электрической энергии. На участке в 2014 году потери составили 5,6% .

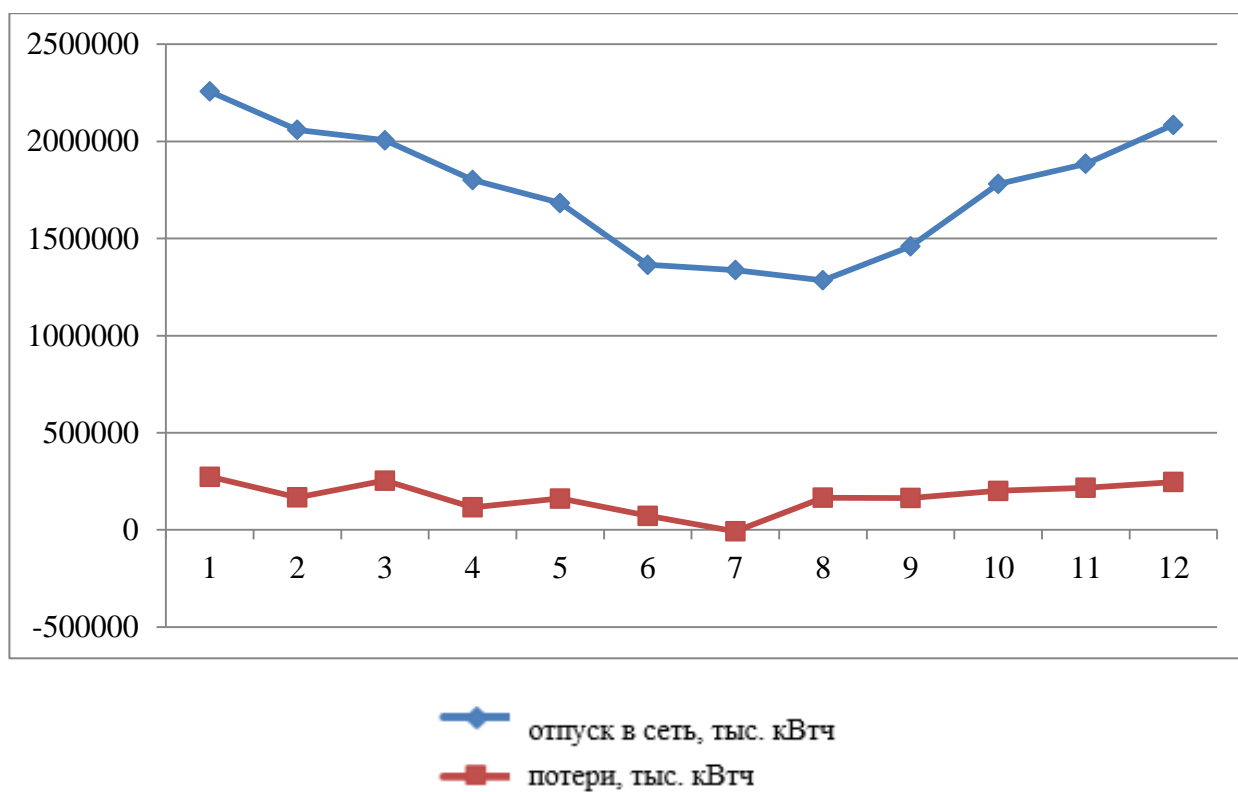


Рисунок 2.12 - Отпуск в сеть и потери за 2014 г.

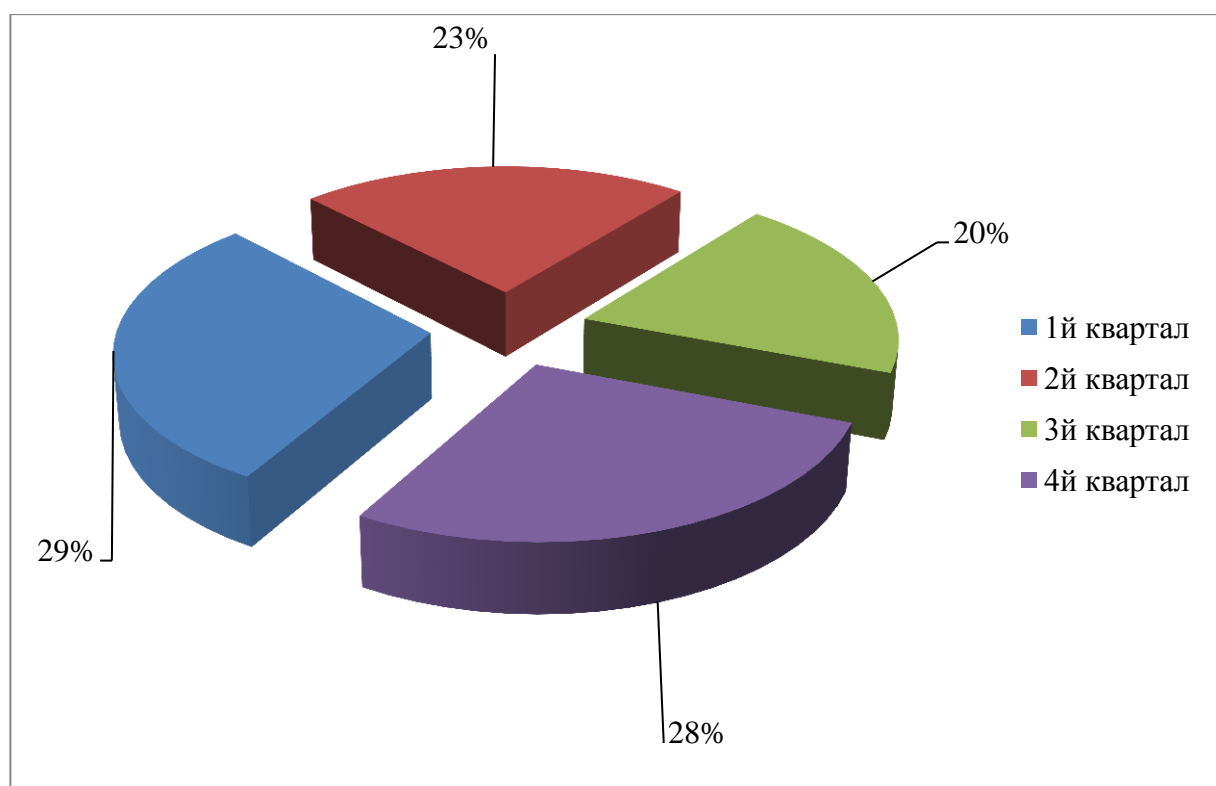


Рисунок 2.13 – Квартальные коммерческие потери за 2014 г.

Снижение отпуска электроэнергии в сеть и снижение коммерческих потерь электроэнергии обусловлено внедрением в бюджетных организациях энергосберегающих мероприятий, повышающих энергоэффективность объектов, о которых расскажем в практической части работы.

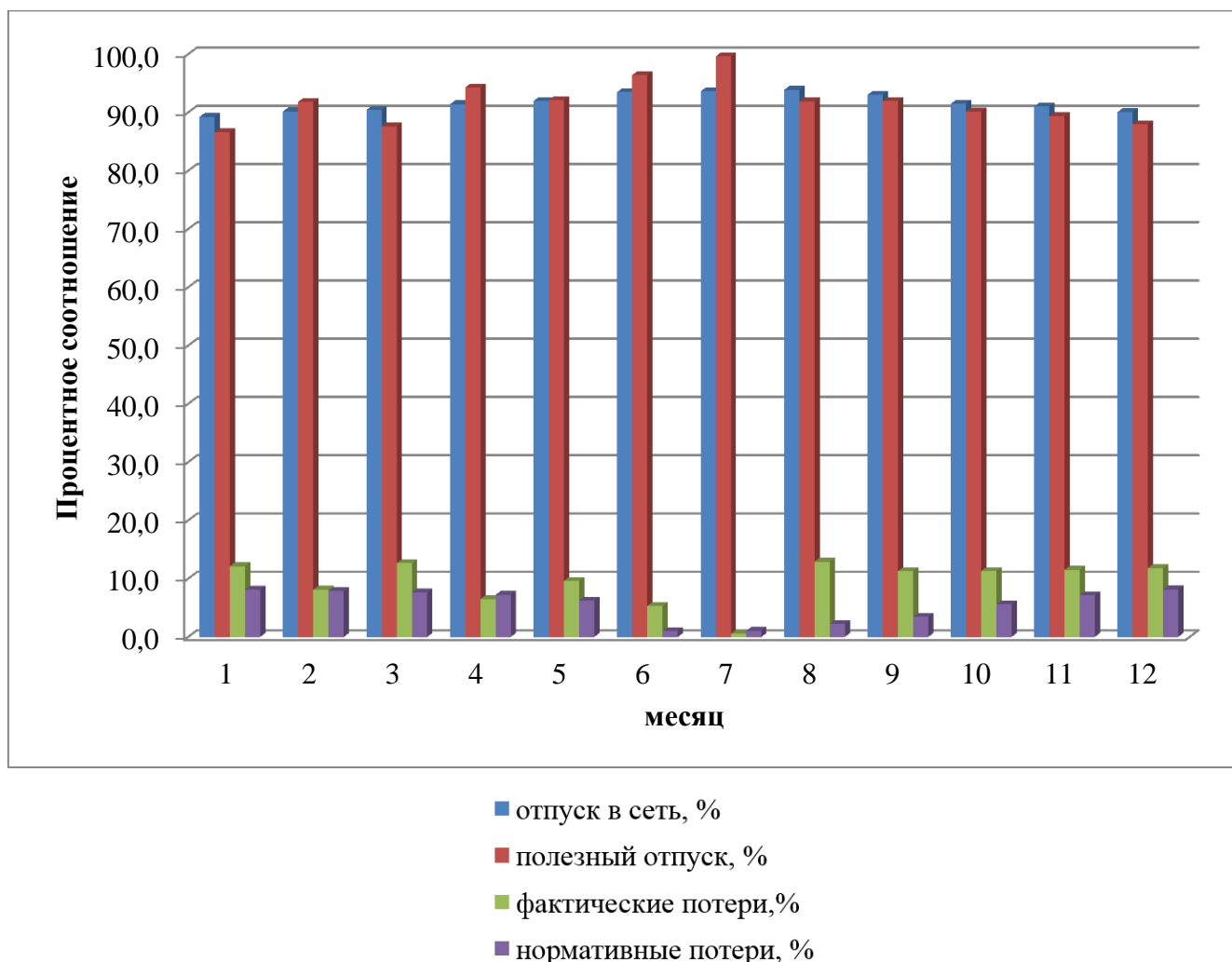


Рисунок 2.14 – Соотношение отпуска в сеть, полезного отпуска и коммерческих потерь 2014 г.

Таблица 2.5 – Аналитические данные по фидерам Ф-17, Ф-26 участка за 2015 г.

месяц	Отпуск в сеть, кВтч	Потери, кВтч	План, тыс.кВт·ч	Факт, тыс.кВт·ч	Отпуск в сеть, %	Полезный отпуск, %	Соотношение потерь к полезному отпуску, %	Норматив потерь э/э, %
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Январь	2014516	1783818	230698	230698	89,5	89,8	11,45	8,20
Февраль	1793570	1674352	119218	119225	90,7	90,4	6,65	7,95
Март	1798063	1580236	217827	217827	90,6	91,0	12,11	7,73
Апрель	1610112	1486045	124067	124067	91,6	91,5	7,71	7,31
Май	1436813	1336066	100747	100747	92,5	92,4	7,01	6,28
Июнь	1197654	1154181	43473	43473	93,8	93,4	3,63	1,02
Июль	1300064	1209983	90081	90081	93,2	93,1	6,93	1,07
Август	1268929	1173240	95689	95689	93,4	93,3	7,54	2,27
сентябрь	1362359	1259484	102875	102875	92,9	92,8	7,55	3,49
Октябрь	1621348	1458375	162973	162973	91,6	91,7	10,05	5,67
Ноябрь	1865079	1676982	188097	188097	90,3	90,4	10,09	7,24
Декабрь	1929718	1701913	227805	227805	89,9	90,3	11,81	8,24

Оценивая соотношение нормативных и реальных потерь электроэнергии в 2015 году, видим, что значения реальных потерь превышают нормативные данные, поэтому необходимо внедрение энергосберегающих мероприятий, которые помогут снизить значения реальных потерь.

Согласно данных таблицы 2.5 составим графики и диаграммы, представленные на рисунках 2.15-2.17.

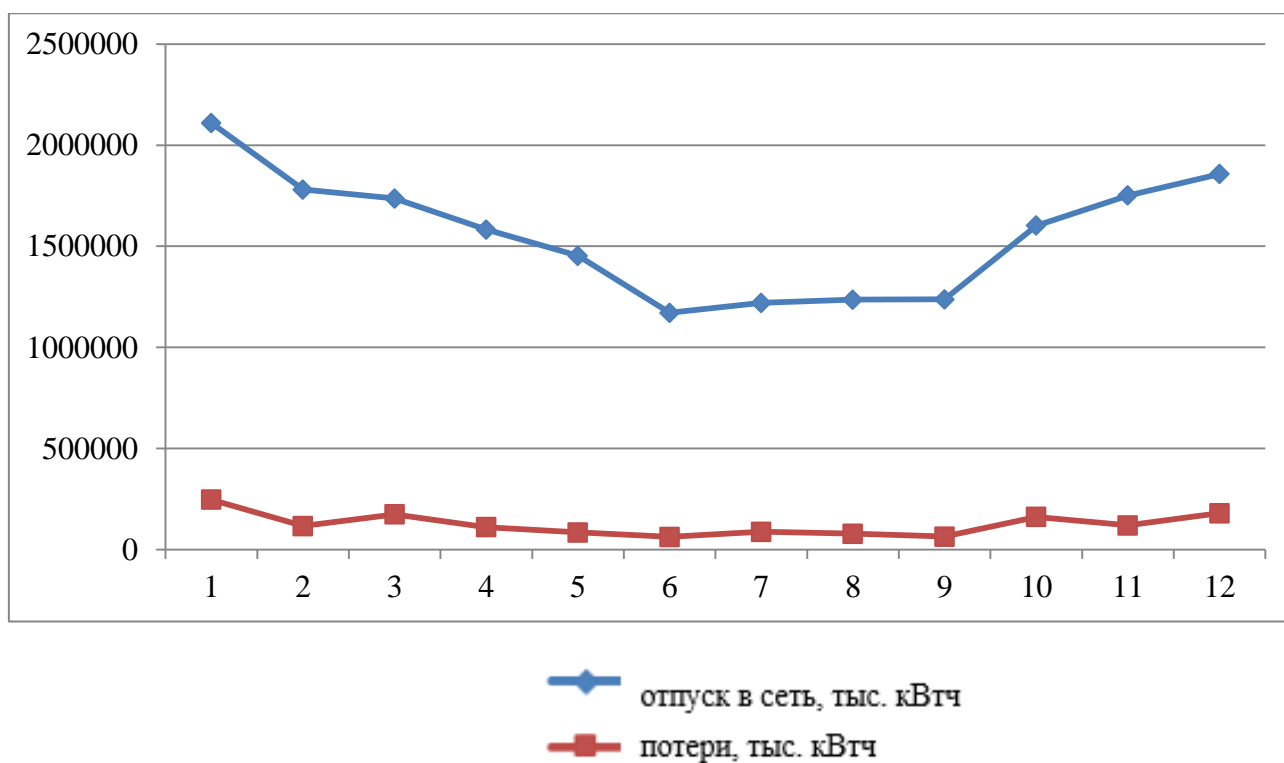


Рисунок 2.15 - Отпуск в сеть и потери за 2015 г.

Анализируя отпуск в сеть и потери, представленные на рисунке 2.15, видно, что потери не связаны с отпуском в сеть (потреблением).

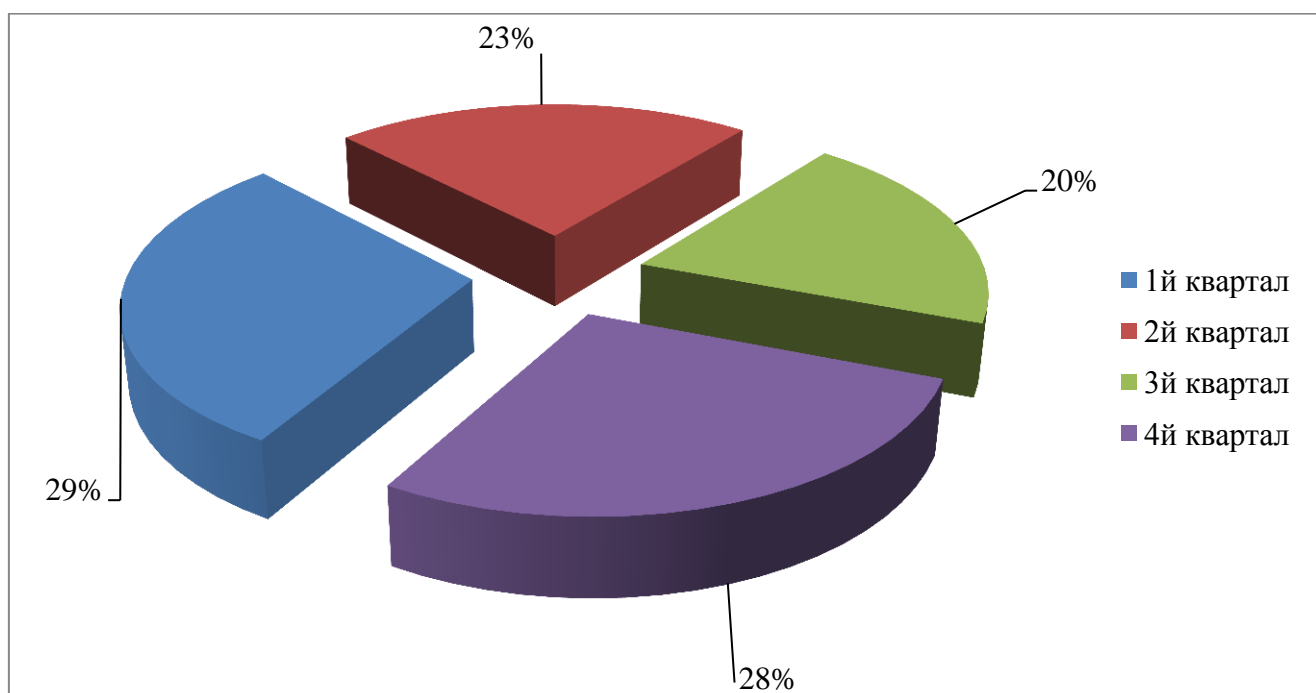


Рисунок 2.16 – Квартальные коммерческие потери за 2015 г.

Снижение отпуска электроэнергии в сеть и снижение коммерческих потерь обусловлено внедрением в бюджетных организациях энергосберегающих мероприятий, повышающих энергоэффективность объектов, о которых расскажем в практической части работы.

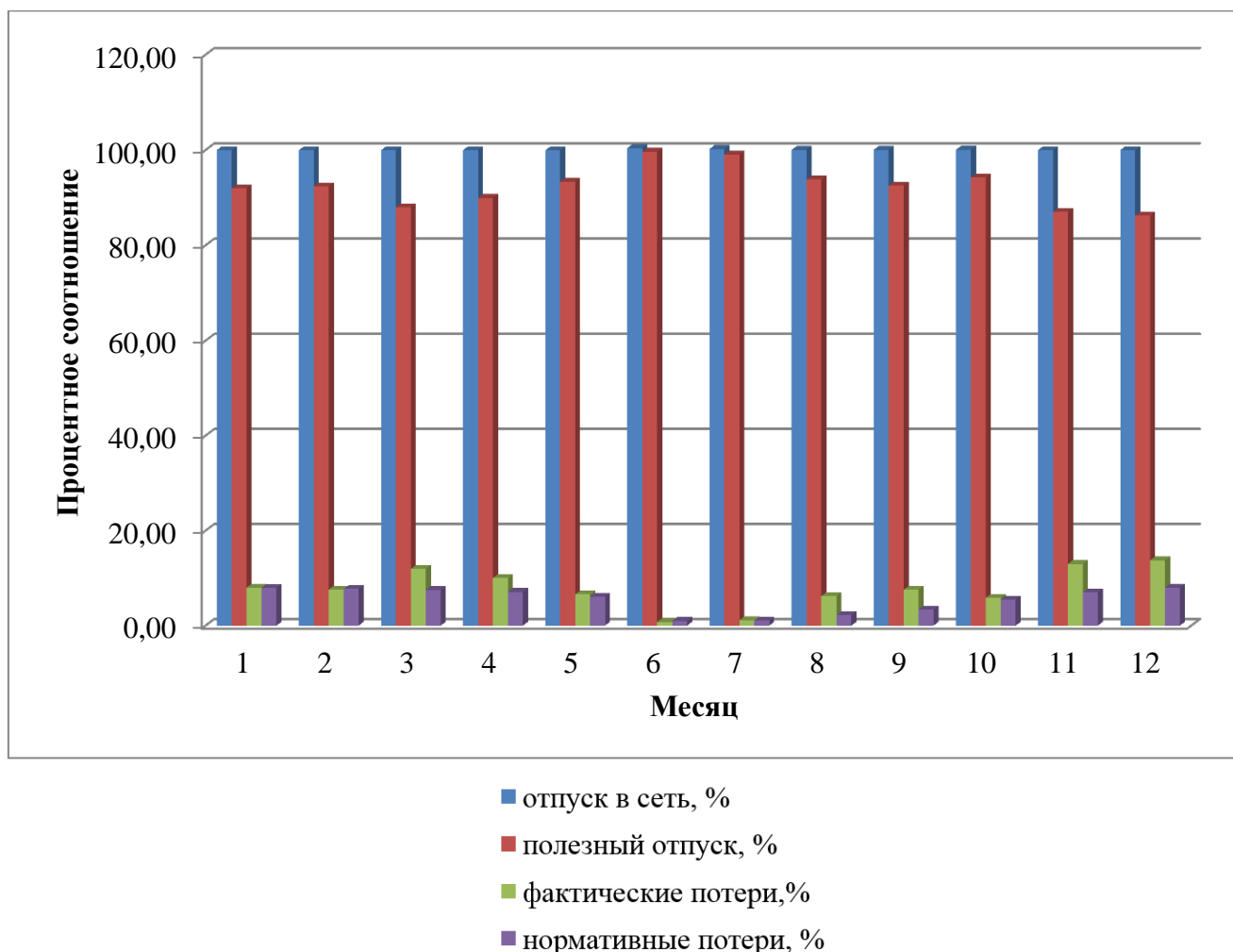


Рисунок 2.17 – Соотношение отпуска в сеть, полезного отпуска и коммерческих потерь 2015 г.

Анализируя график, представленный на рисунке 2.17, делаем вывод об ухудшении динамики снижения коммерческих потерь электрической энергии. Поэтому следует провести мониторинг, внедренных мероприятий и, проанализировав, предложить новые энергоэффективные мероприятия, о которых сказано в практической части работы.

Таблица 2.6 – Аналитические данные по фидерам Ф-17, Ф-26 участка за 2016 г.

месяц	Отпуск в сеть, кВтч	Потери, кВтч	План, тыс.кВт·ч	Факт, тыс.кВт·ч	Отпуск в сеть, %	Полезный отпуск, %	Соотношение потерь к полезному отпуску, %	Норматив потерь э/э, %
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Январь	2110061	1863082	167961	246979	88,7	89,2	11,7	8,28
Февраль	1780722	1664418	137472	116304	90,5	90,4	6,5	8,03
Март	1736481	1562755	130236	173726	90,7	90,9	10,0	7,80
Апрель	1583092	1472477	112400	110615	91,6	91,5	7,0	7,38
Май	1453016	1368384	88634	84632	92,2	92,1	5,8	6,34
Июнь	1171073	1108502	11593,6	62571	93,8	93,6	5,3	1,03
Июль	1220212	1132583	12690,2	87629	93,5	93,4	7,2	1,08
Август	1235581	1157508	27182,8	78073	93,4	93,3	6,3	2,29
сентябрь	1237353	1173366	41946,3	63987	93,4	93,2	5,2	3,53
Октябрь	1602575	1441001	88141,6	161574	91,4	91,6	10,1	5,72
Ноябрь	1751396	1632356	123123	119040	90,7	90,5	6,8	7,31
Декабрь	1857574	1678191	148606	179383	90,1	90,3	9,7	8,32

Оценивая соотношение нормативных и реальных коммерческих потерь электроэнергии в 2016 году, видим, что значения реальных коммерческих потерь электроэнергии в ряде случаев не превышают нормативные данные, а в ряде случаев превышают, можно сделать вывод, что внедренные на данный момент энергосберегающие мероприятия работают и что бы поддерживать сложившуюся динамику снижения коммерческих потерь электрической энергии, необходимо продолжать внедрение энергосберегающих мероприятий, которые помогут продолжить снижение значений реальных коммерческих потерь электрической энергии.

Согласно данных таблицы 2.6 построим графики и диаграммы, представленные на рисунках 2.18-2.20.

Отпуск электроэнергии в сеть с 2012-2016 гг. снизился, что, несомненно, привело к снижению коммерческих потерь электрической энергии к 2016 году.

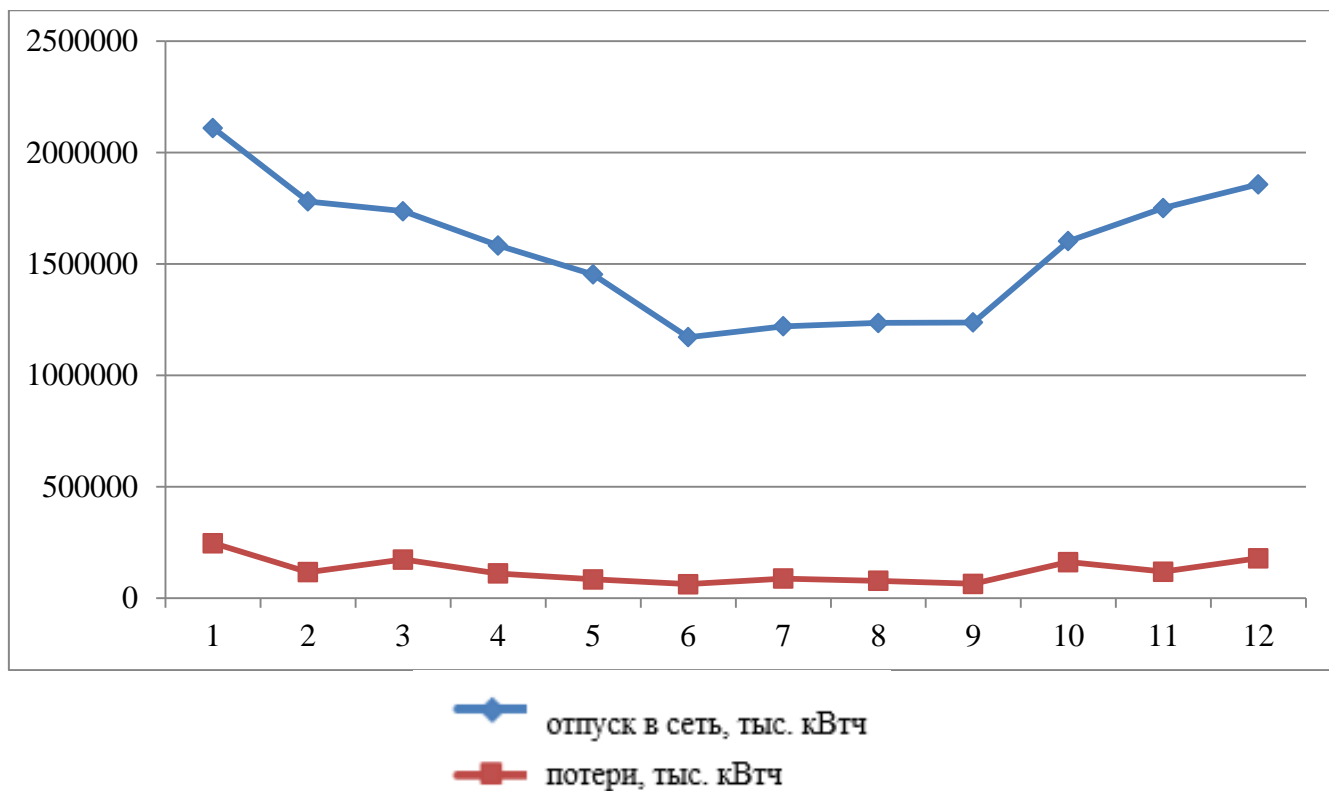


Рисунок 2.18 - Отпуск в сеть и потери за 2016 г.

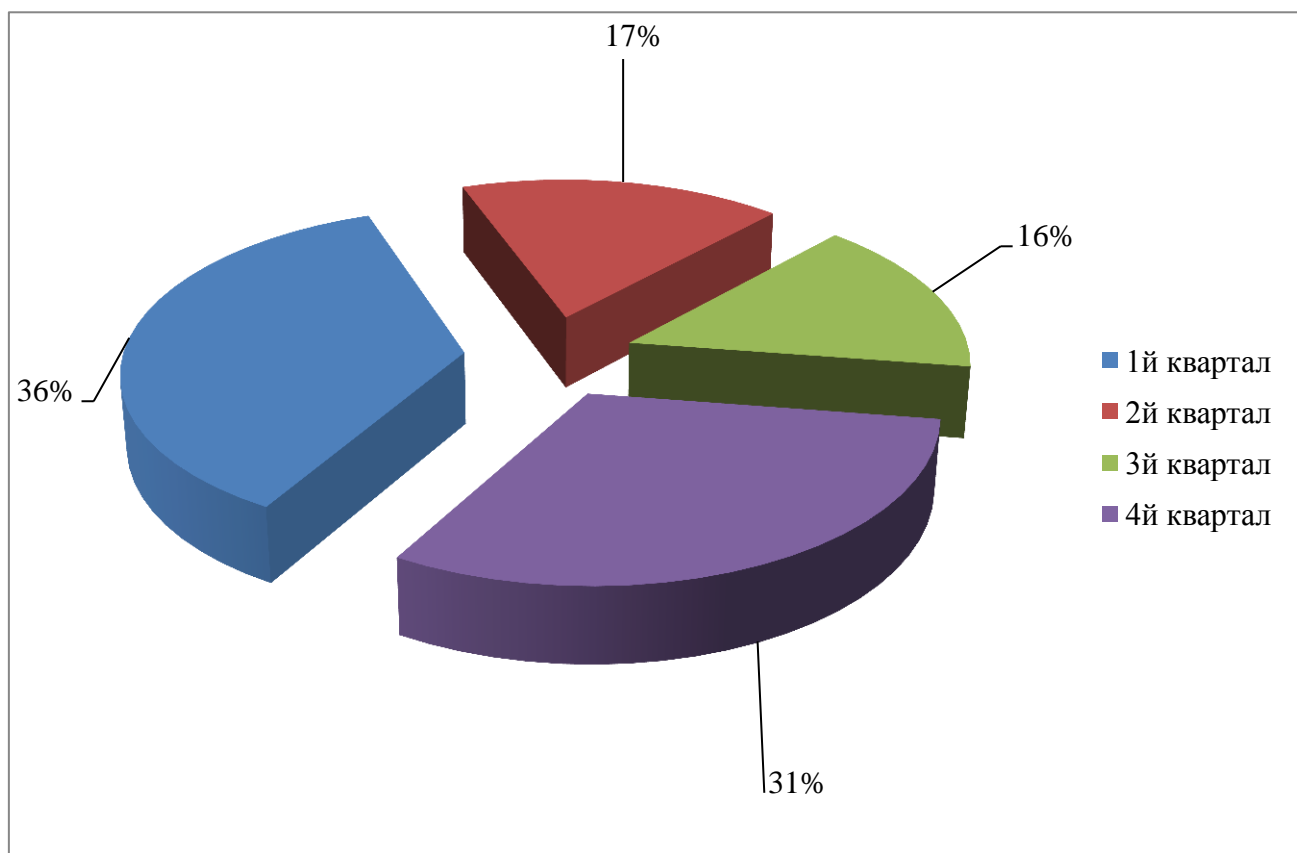


Рисунок 2.19 – Квартальные коммерческие потери в 2016г.

Из диаграммы видно, что коммерческие потери электрической энергии имеют определенную динамику.

Снижение обусловлено меньшим потреблением электроэнергии в теплые времена года за счет большой продолжительности дня т.е. меньшим использованием осветительных установок. По сравнению с зимними временами, когда продолжительность светового дня значительно не велика.

Коммерческие потери электрической энергии в первом и четвертом квартале 2016 г. составляли 36 и 31 % соответственно. А во втором и третьем квартале потери заметно ниже и составляют 17 и 16 % соответственно.

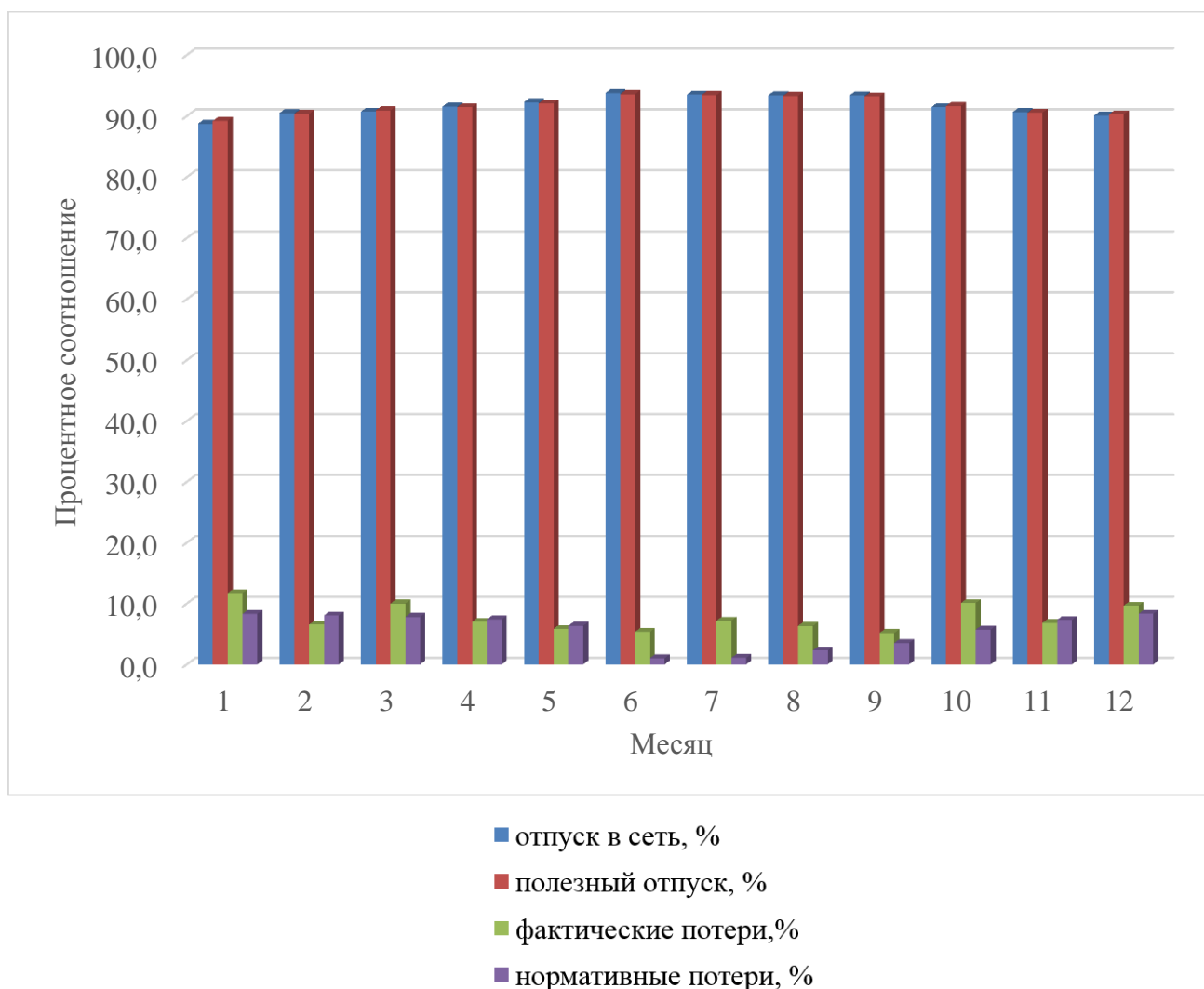


Рисунок 2.20 – Соотношение отпуска в сеть, полезного отпуска и коммерческих потерь 2016 г.

Из графика (рисунок 2.20) видно, что коммерческие потери электроэнергии в некоторые месяцы 2016 года составили фактическое значение или ниже нормативных заявленных величин коммерческих потерь электроэнергии. Несомненно, это положительная динамика, которая обусловлена рядом факторов, таких как внедрение АИИС КУЭ, перечисление денежных средств бюджетными организациями, мониторинг сетей прибором «АИСТ» и т.п.

Так же графика видно, что в большинстве фактические потери электроэнергии превышают плановые и нормативные - это говорит о том, что предстоит ещё «большая» работа по снижению фактических показателей коммерческих потерь. А в феврале, апреле, мае, ноябре фактические потери электроэнергии не превысили плановые, что уже можно считать положительной динамикой. Данная динамика так же прослеживается в представленных графиках за период с 2015-2012г.г.

Проанализировав отпуск в сеть и коммерческие потери по годам начиная с 2012г. по 2016 г., необходимо свести результирующие значения показателей в один график за пять исследуемых лет.

Максимальное значение коммерческих потерь наблюдалось в 2014 году и составляло большую часть от отпуска электроэнергии в сеть. В 2015 и 2016 годах наблюдаем снижение коммерческих потерь и естественное повышение полезного отпуска в сеть, поскольку данные показатели, жестко связаны между собой (рис.2.21).

Как видно из рисунка 2.22, в период с 2013г.-2014г. фактические потери электрической энергии возрастали, а в период с 2012 г.- 2013 г. и с 2015г.-2016г. фактические потери электрической энергии стали падать, коммерческие потери снизились до нормативного значения 5,83 в 2013 году, затем наблюдался скачок потерь, увеличение на 40 % в 2014 году и снова тенденция снижения коммерческих потерь – на 12% в 2015 году и на 14% в 2016 году. На сегодняшний день, чтобы достичь нормативного значения коммерческих

потерь, необходимо внедрение энергосберегающих мероприятий, которые подробно описаны в практической части данной работы.

Результатом анализа и исследований является то, что, внедряемые энергосберегающие мероприятия положительно влияют на динамику снижения коммерческих потерь электрической энергии.

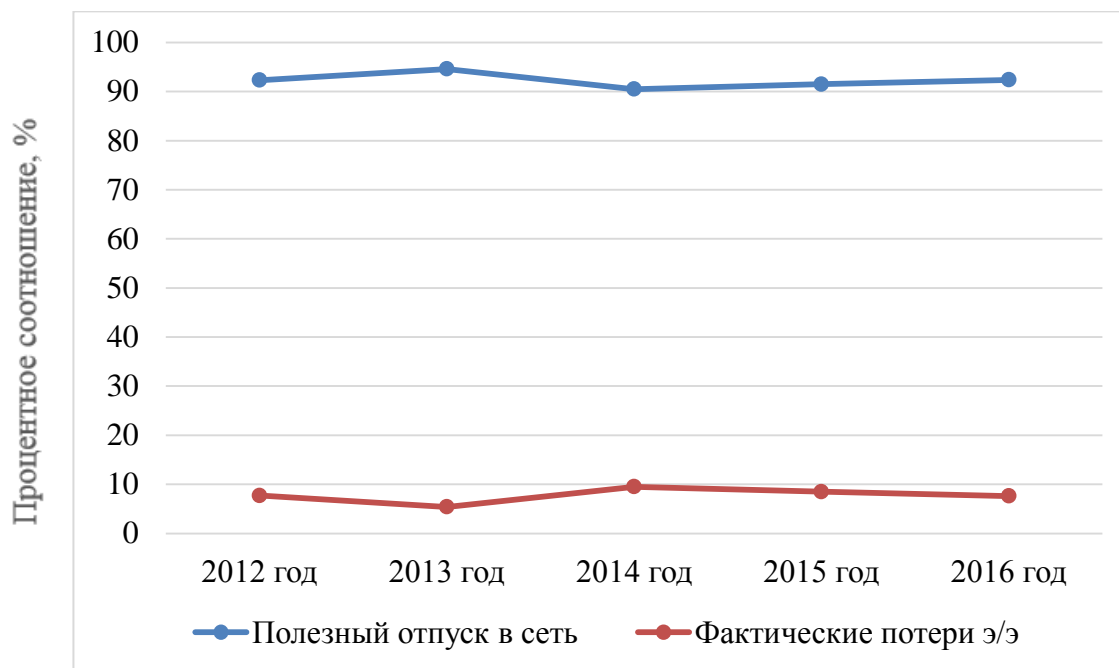


Рисунок 2.21 –Соотношение полезного отпуска в сеть и фактических потерь электрической энергии

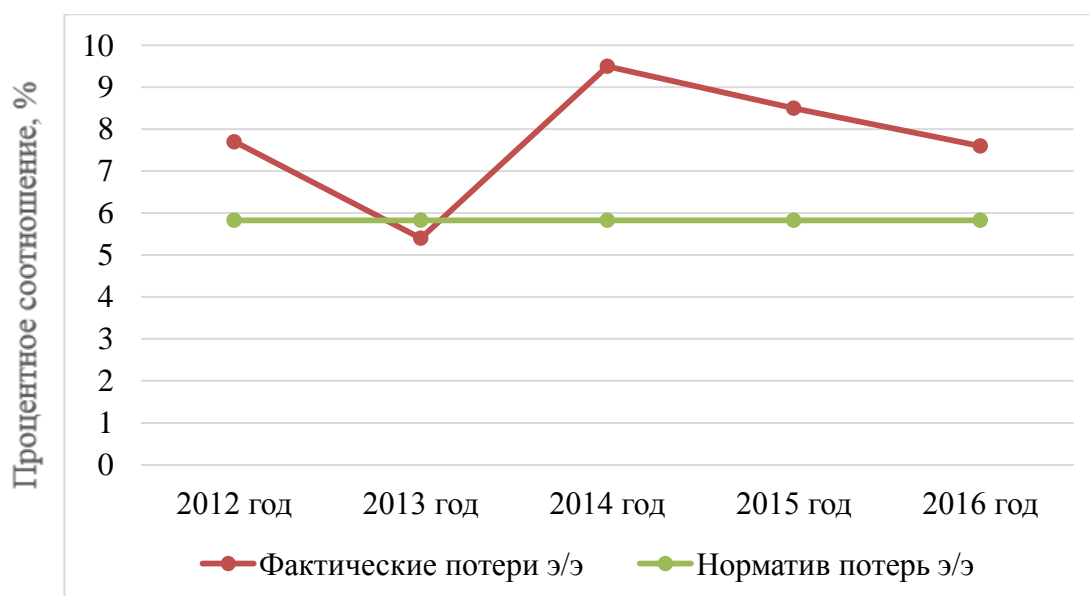


Рисунок 2.22 – Тенденция отклонения коммерческих потерь электрической энергии от плановых показателей

3 Практическая часть. Мероприятия по снижению потерь в распределительных электрических сетях Краснокаменского участка Минусинского филиала АО «КрасЭКо»

Рассмотрим ряд мероприятий по снижению потерь в сетях участка.

3.1 Организационные мероприятия по снижению коммерческих потерь участка

3.1.1 Использование табличек на опорах воздушных линий 0,4 кВ

К организационным мероприятиям, предотвращающим хищения электрической энергии можно отнести использование информационных табличек «Энергохам».



Рисунок 3.4 – Опора, на которой размещена табличка «Энергохам»

3.2 Технические мероприятия по снижению коммерческих потерь участка

3.2.1 Применение светодиодных ламп

Светодиодные лампы - это современная альтернатива традиционной лампе накаливания.

Светодиодные энергосберегающие лампы предназначены для использования, как на улице, так и внутри помещения, сочетают в себе традиционное исполнение (цоколь E-27, E-14, MR-16, GU-10) и высокую надежность, отсутствие ультрафиолетового и инфракрасного излучения вредного для здоровья, высокую насыщенность и чистоту цвета.

Применение современных диодных LED ламп потребителями электроэнергии для освещения жилых помещений и освещения улиц посёлка Краснокаменск послужат одним из энергосберегающих мероприятий для снижения коммерческих потерь.

Расшифровывается LED как Light-emitting diode или в переводе просто светодиод, или еще светоизлучающий диод.

Инновационная светодиодная лампа - наиболее актуальный на сегодняшний день продукт новейших технологий, воплощенных в высококачественных, надежных электротехнических изделиях, которые прослужат долго. Использование светодиодных ламп позволит значительно сократить расходы на освещение, при этом не ухудшая его видимое качество и безопасность для здоровья человека и окружающей среды, а напротив – улучшая.

Принцип размещения ламп в помещениях не меняется, технологии позволяют выпускать светодиодную лампу с обычным цоколем, то есть переоборудовать ничего не нужно.

3.2.2 Установка современных приборов учета электрической энергии

Внедрение автоматизированных систем позволит оперативно контролировать и анализировать режимы потребления электроэнергии и мощности основными её потребителями, даст возможность осуществлять оптимальное управление нагрузкой потребителей. Используя автоматизированные системы коммерческого учета электроэнергии (АИИС КУЭ), можно будет собирать и формировать данные на энергообъектах, собирать и передавать на верхний уровень управления информацию, а также формировать на этой основе данные с целью проведения коммерческих расчётов между поставщиками и потребителями электроэнергии.

В частном секторе поселка Краснокаменск устанавливают современные выносные приборы учета типа Меркурий 230 ART-01 PQRSIN 5(60)A/400В, которые расположены либо на фасаде дома либо на близ стоящей опоре (рисунок 3.1). В результате установки прибора учета таким способом, у потребителя отсутствуют скрытые участки подвода провода, что исключает несанкционированное подключение потребителя электроэнергии.



Рисунок 3.1 - Меркурий 230 ART-01 PQRSIN 5(60)A/400В

3.2.3 Использование приборов, распознающих хищение электрической энергии

Новая техника помогает бороться с хищениями электроэнергии

На вооружение инспекторов и контролеров Краснокаменского участка поступили новые приборы, которые позволят более эффективно бороться с хищениями электроэнергии.

Электронный сканер «Поиск» предназначен для выявления фактов безучетного пользования электроэнергией непосредственно в жилых домах и строениях – он способен «видеть» проложенную в обход счетчика проводку, скрытую под толстым слоем штукатурки или за деревянными панелями. Сканер обеспечивает обнаружение кабеля на расстоянии до одного метра. Отныне как бы глубоко в стены или пол не прятал недобросовестный абонент провода «левого подключения» их легко можно будет найти.

Индикатор “ПОИСК” ЭИ3007М предназначен для поиска скрытых под слоем штукатурки, деревянными панелями токовых цепей (фазного провода) 220В переменного тока частотой 50Гц в жилых домах и других коммунально-бытовых зданиях и сооружениях.



Рисунок 3.2 - Индикатор “ПОИСК” ЭИ3007М

Характеристики:

Обеспечивает обнаружение провода под напряжением, расположенного на расстоянии до 1 м (при максимальной чувствительности).

Точность обнаружения - $\pm 2,5$ см (при минимальной чувствительности). Нахождение провода отмечается световым и звуковым сигналом. В схему включен полосовой фильтр 45-65 Гц, обеспечивающий более точное нахождение скрытого (замаскированного) провода. В качестве источника электропитания использован элемент питания «Крона».

Условия эксплуатации: температура от -10°C до $+45^{\circ}\text{C}$, относительная влажность воздуха 80% при $+25^{\circ}\text{C}$.

Другой прибор - индикатор сетевого тока «Аист» уже почти год применяется специалистами Краснокаменского участка и хорошо себя зарекомендовал. Он позволяет инспектору, даже не заходя в помещение, определять токовую нагрузку на электрических вводах. Радиус действия «Аиста» составляет 7,5 метров над землей.

«Аисты» незаменимы при проверках электропотребления домов частного сектора, коттеджей и других объектов, подключенных непосредственно к воздушным линиям электропередач. Для сотрудников Краснокаменского участка, 60 процентов абонентов которого живут в частном секторе, такие приборы – отличное подспорье в работе.

К тем потребителям, у кого все в порядке с учетом, попасть можно легко, они люди доброжелательные. А вот те, кто производят хищения или у них что-то не так с учетом, пытаются инспекторов не допускать. Поэтому порой возникают недоразумения, инциденты. Были случаи физического насилия, угроз с применением оружия. Благодаря же индикаторам сетевого тока «Аист», сотрудники энергокомпании несмотря на всевозможные препятствия, методично продолжают выявлять факты безучетного пользования электроэнергией.

Только с начала года сотрудники участка с помощью этих приборов выявили 12 факторов безучетного пользования электроэнергией на общую сумму около 92 тысяч рублей.

Ещё одним энергосберегающим мероприятием стало использование прибора «АИСТ». Сотрудниками Краснокаменского участка Минусинского филиала АО «КрасЭКо» составлен график выполнения периодических замеров автономным индикатором сетевого тока “АИСТ” ЭИ3008М (рисунок 3.3). Прибор предназначен для определения токовой нагрузки на электрических вводах 220-380В переменного тока частотой 50Гц индивидуальных жилых домов без разрыва токовых цепей. **Сравнение значений тока в фазном и нулевом проводах на вводе**, определенных с помощью индикатора, позволяет сделать вывод **о возможном хищении** электроэнергии на объекте или какой-либо неисправности в электрических цепях. Для провода (кабеля): величина тока при охвате кабеля магнитопроводом показывает величину хищения, отсутствие тока – отсутствие хищения.



Рисунок 3.3- Автономный индикатор сетевого тока “АИСТ” ЭИ3008М

Снижение коммерческих потерь так же обусловлено рядом других энергосберегающих мероприятий.

3.3 Пути снижения коммерческих потерь

3.3.1 Первый способ борьбы с коммерческими потерями

Первый способ основан на снижении сопротивления нулевого провода. Как известно ток течет по двум проводам: нулевому и фазному. Если увеличение сечения фазного провода достаточно затратное (стоимость меди или алюминия плюс работы по демонтажу и монтажу), то сопротивление нулевого провода можно уменьшить достаточно просто и очень дешево.

Этот способ использовался с момента прокладки первых линий электропередач, но в настоящее время не используется. Заключается он в повторном заземлении нулевого провода на каждом столбе электролинии или (и) на каждой нагрузке. В этом случае параллельно сопротивлению нулевого провода подключается сопротивление земли между нулем трансформатора подстанции и нулем потребителя.

Если заземление сделано правильно, т.е. его сопротивление менее 8 Ом для однофазной сети, и менее 4 Ом для трехфазной, то удастся существенно (до 50%) снизить потери в линии.

3.3.2 Второй способ борьбы с коммерческими потерями

Второй способ тоже основан на снижении сопротивления. Только в этом случае необходимо проверять оба провода - ноль и фазу. В процессе эксплуатации воздушных линий из-за обрыва проводов образуются места локального повышения сопротивления – скрутки, сrostки и т.д. В процессе работы в этих местах происходит локальный разогрев и дальнейшая деградация провода, грозящая разрывом.

Такие места видны ночью из-за искрения и свечения. Необходимо периодически визуально проверять электролинию и заменять особо плохие ее отрезки или линию целиком.

Для ремонта лучше всего применить самонесущие алюминиевые изолированные провода СИП. Они называются самонесущими, т.к. не требуют стального троса для подвески и не рвутся под тяжестью снега и льда. Такие провода долговечны (срок эксплуатации более 25 лет), есть специальные аксессуары для легкого и удобного крепления их к столбам и зданиям.

3.3.3 Третий способ борьбы с коммерческими потерями - замена отслужившей линии на более современную

В продаже имеются провода типов СИП-2А, СИП-3, СИП-4. Сечение провода выбирают не менее 16 мм^2 , он может пропускать ток до 63 А, что соответствует мощности 14 кВт при однофазной сети и 42 кВт при трехфазной. Провод имеет двухслойную изоляцию и покрыт специальным пластиком, защищающим изоляцию проводов от солнечной радиации. Примерные цены на СИП можно посмотреть здесь [29]. Двухпроводный СИП провод стоит от 23 руб. за погонный метр.

3.3.4 Четвертый способ борьбы с коммерческими потерями

Этот способ основан на применении специальных стабилизаторов напряжения на входе в дом или другой объект. Такие стабилизаторы бывают как однофазного, так и трехфазного типа. Они увеличивают $\cos\varphi$ и обеспечивают стабилизацию напряжения на выходе в пределах $\pm 5\%$, при изменении напряжения на входе $\pm 30\%$. Их мощностной ряд может быть от сотен Вт до сотен кВт [28].

Например, приведенный на сайте [30] однофазный стабилизатор «Лидер», мощностью 5 кВт, стоит 18500 руб. Отметим, однако, что из-за перекоса фаз и

потерь в электролинии, напряжение на входе стабилизатора может падать ниже 150 В. В этом случае, срабатывает встроенная защита и ничего не остается, как снизить свои потребности в электроэнергии.

3.3.5 Пятый способ – борьба с хищениями электроэнергии

По опыту работы, самым эффективным решением является вынос электросчетчика из здания и установка его на столбе линии электропередачи в специальном герметичном боксе. В этом же боксе устанавливаются вводный автомат с пожарным устройством защитного отключения (УЗО) и разрядники защиты от перенапряжений.

Выносом электрических счетчиков потребителей на опоры и подключив их к АИИС КУЭ мы исключим воровство электроэнергии, сведя коммерческие потери менее 5% (потери в проводе). Просчитаем затраты на установку электросчетчиков и время окупаемости.

На Краснокаменском участке в рамках энергосберегающих мероприятий приняли решение об установке 128 современных электронных счетчиков марки Меркурий 230 ART-01 PQRSIN 5(60)A/400В по улицам общей протяженностью 3200 метров:

- ул. Есенина;
- ул. Некрасова;
- ул. Маяковского;
- ул. Пушкина;
- ул. Строителей;
- ул. Зеленая;
- ул. Набережная

Для организации данного мероприятия понадобятся материалы, представленные в таблице 3.1.

Таблица 3.1 -Спецификация материалов

№ п.п	Наименование	Цена за ед., руб.	Единицы изм.	Количество	Сумма, руб.
1	2	3	4	5	6
1	Крюк GHSO-16	770	шт	128	98560
2	Зажим анкерный SO 157.1	127,53	шт	256	32648
3	Лента бандажная F 207	4086	шт	2	8172
4	Герметичный прокалывающий зажим Р 645	136,79	шт	512	700368
5	Скрепа бугель СУ 20	27	шт	512	13824
6	Метал для повторного заземления	40650	кг	1	40650
7	Ртуть 230 ART-01 PQRSIN 5(60)A/400B	11516	шт	128	1474048
8	Щит учета металлический герметичный 3ф	1500	шт	128	192000
9	Автомат ВА 47-63 3П	210	шт	256	53760
10	Провод СИП 4х16	60,53	м	3200	193696
Итого					2177394

На заработную плату рабочим примем 40% от суммы на материалы, тогда:

$$C_p = C_m \cdot 0,4, \quad (3.1)$$

где C_p - заработная плата рабочим, руб;

C_m -стоимость материалов, руб.

$$C_p = 2177394 \cdot 0,4 = 870958 \text{ руб.}$$

Общая сумма затрат на установку эл. счетчиков составит:

$$C_{\text{общ}} = C_p + C_m, \quad (3.2)$$

где $C_{\text{общ}}$ -общая сумма затрат, руб.

$$C_{\text{общ}} = 870958 + 2177394 = 3048352 \text{ руб.}$$

Расчет окупаемости затрат

Посчитаем сумму потерь:

$$\Delta C = \Delta W_{\text{н.с.о.}} \cdot C; \quad (3.3)$$

где C - цена одного кВт·ч. $C=2,34$ руб.

$$\Delta C = 1219998,7 \cdot 2,34 = 2854796,958 \text{ руб.}$$

Найдем срок окупаемости:

$$T = C_{\text{общ}} / \Delta C. \quad (2.6)$$

$$T = 3048352 / 2854796,958 = 1,1 \approx 1 \text{ год.}$$

Время окупаемости затрат на реконструкцию составляет примерно 1 год.

3.3.6 Шестой способ борьбы с потерями

Этот способ снижения потерь за счет использования трехфазного подключения. При таком подключении снижаются токи по каждой фазе, а, следовательно, потери в линии и можно равномерно распределить нагрузку. Это один из самых простых и самых эффективных способов.

Если необходимо снизить потери электроэнергии, то сначала нужно провести аудит исследуемых электросетей. Аудит могут провести специализированные фирмы. А затем по результатам анализа прибегнуть к тем или иным способам борьбы с коммерческими потерями электроэнергии.

Вывод:

Коммерческие потери в сетях 0,4 кВ по фидерам Ф-17 и Ф-26 Краснокаменского участка Минусинского филиала АО «КрасЭКо» вызваны:

1) воровством электроэнергии (на фасад зданий выведено примерно 5% счетчиков, а на опоры 3%)

2) не достаточное количество ТП 6/0,4 кВ (средняя длина линии 0,4 кВ более 1 км, при ТП 6/0,4 кВ – 17 шт., длина линий 0,4 кВ: фидер Ф-17 - 6 км, фидер Ф-26 – 4,5 км)

3) существующие распределительные сети (РС) Краснокаменского участка на сегодняшний день устарели, поскольку нагрузка за последние годы возросла в несколько раз по сравнению с периодом строительства и ввода в эксплуатацию существующих РС участка. Увеличившаяся нагрузка приводит к нагреву провода, срабатыванию коммутационно-защитных аппаратов и т.п.

РС участка в большинстве выполнены проводом марки А-35 мм², что морально устарело и требует замены на современный СИП.

Если не производить реконструкцию сетей 6/04 кВ, коммерческие потери по фидерам Ф-17, Ф-26 снизить не удастся.

В РС значения ущерба, обусловленную наличием отклонений, колебаний, несимметрии и несинусоидальности напряжения составляют несколько сотен тысяч рублей в год. Это свидетельствует о безусловной экономической целесообразности улучшения качества электроэнергии.

Ущерб, обусловленный электроэнергией пониженного качества, имеет электромагнитную и технологическую составляющие. Электромагнитная составляющая определяется, в основном, дополнительными потерями активной мощности. Технологическая составляющая ущерба при несимметрии и колебаниях напряжения определяется, в первую очередь, обусловленными ими дополнительными отклонениями напряжения.

Ущерб, вызываемый технологическими факторами, определяется, в основном, отклонениями напряжения от оптимальных значений, различных потребителей. Несинусоидальность напряжения при наличии фильтрующих цепей в составе устройств релейной защиты, автоматики, телемеханики и связи не приводит к появлению ущерба.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполнения выпускной квалификационной работы получили результаты анализа коммерческих потерь электроэнергии в распределительных электрических сетях Краснокаменского участка Минусинского филиала АО «КрасЭКо» по фидеру Ф-17 и фидеру Ф-26 ПС 35/6 кВ «Краснокаменская» и представили перспективные пути снижения потерь.

По итогам выполнения данной бакалаврской работы можно сделать следующие основные выводы: электрическая энергия, передаваемая по электрическим сетям, для своего перемещения расходует часть самой себя. Часть выработанной электроэнергии расходуется в электрических сетях на создание электрических и магнитных полей и является необходимым технологическим расходом на ее передачу. Для выявления очагов максимальных потерь, а также проведения необходимых мероприятий по их снижению проанализировали структурные составляющие потерь электроэнергии. Наибольшее значение в настоящее время имеют технические потери, т.к именно они являются основой для расчета планируемых нормативов коммерческих потерь электроэнергии.

Исследования имеют практическую значимость, подтвержденную письмом заказом от организации и справкой о результатах внедрения решений, разработанных в выпускной квалификационной работе (ВКР). Полученные результаты нашли отражение в методических разработках, в докладных и аналитических записках, включены на рассмотрение для внедрения на Краснокаменском участке Минусинского филиала АО «КрасЭКо».

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Арзамасцев, Д. А. Снижение технологического расхода энергии в электрических сетях [Текст]: учебник для вузов / Д.А. Арзамасцев, А.В. Липес. – М.: Высшая школа, 2014. – 127 с.
- 2 Блок, В. М. Электрические сети и системы [Текст]: учебник для вузов/ В.М. Блок. – М.: Высшая школа, 2012. – 430 с.
- 3 Бохмат, И. С. Снижение коммерческих потерь в электроэнергетических системах. [Текст]: учебник для вузов / В.Э. Воротницкий, Е.П. Татарinov. – М.: Высшая школа, 2014. – 340 с.
- 4 Будзко, И. А. Электроснабжение сельскохозяйственных предприятий и населенных пунктов. [Текст]: учебник для вузов / И.А. Будзко, М.С. Левин – М.: Агропромиздат, 2012. – 320с.
- 5 Воротницкий, В. Э. Расчет, нормирование и снижение потерь электроэнергии в городских электрических сетях / В.Э. Воротницкий, Я.Т. Загорский, В.Н. Апраткин, В.А. Запандов // Электрические станции, 2010. – №5. – С. 134 – 138.
- 6 Воротницкий, В. Э. Расчет, нормирование и снижение потерь электроэнергии в городских электрических сетях / В.Э. Воротницкий, Я.Т. Загорский, В.Н. Апраткин // Электрические станции, 2012. – №5. – С.9 – 13.
- 7 Воротницкий, В. Э. Потери электроэнергии в электрических сетях энергосистем [Текст]: учебник для вузов / Ю.С. Железко, В.Н. Казандцев – М.: Энергоатомиздат, 2010. – 368с.
- 8 Галанов, В. П. Влияние качества электроэнергии на уровень ее потерь в сетях / В.В. Галанов // – Электрические станции, 2015, – №1. – С.54 – 63.
- 9 Глазунов, А. А. Электрические сети и системы: [Текст]: учебник для вузов / А.А. Глазунов, А.А. Глазунов. – М.: Госэнергоиздат, 2015. – 345 с.
- 10 ГОСТ 32144-2013. Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. Общие положения; введен 14.03.2014. – Москва.: Стандартином, 2014. – 30с.
- 11 ГОСТ Р 51541– 2014. Энергосбережение. Энергетическая эффективность. Состав показателей. Общие положения; введен 05.08.2015. – Москва.: Стандартином, 2015. – 25с.
- 12 Железко, Ю. С. Выбор мероприятий по снижению потерь электроэнергии в электрических сетях [Текст]: Руководство для практических расчетов. – М.: Энергоатомиздат, 2011. – 176с.

13 Железко, Ю. С. Расчет, анализ и нормирование потерь электроэнергии в электрических сетях. [Текст]: – М.: НУ ЭНАС, 2012. – 280с.

14 Максимов, А. С. Методические указания по определению потерь электроэнергии и их снижению в городских электрических сетях напряжением 10 (6) – 0,4 кВ – М.: ОНТИ АКХ, 2014. – 45с.

15 Овчинников, А. А. Потери электроэнергии в распределительных сетях 0,38 - 6 (10) кВ. // Новости ЭлектроТехники, 2013. – №1. – С.15-17.

16 Постановление Правительства РФ от 04.05.2012 N 442 (ред. от 22.02.2016) «О функционировании розничных рынков электрической энергии, полном и (или) частичном ограничении режима потребления электрической энергии» (вместе с «Основными положениями функционирования розничных рынков электрической энергии», «Правилами полного и (или) частичного ограничения режима потребления электрической энергии»)// Собрание законодательства РФ. – 23.01.2013. – №5. – Ст.510.

17 Правила устройства электроустановок (ПУЭ) [Текст]. 7–е изд.перераб. и доп., с изм. – Екатеринбург : Модуль, 2013. – 672 с.

18 Приказ ФСТ России от 10.10.2014 N 225–э/1 «О предельных уровнях тарифов на электрическую энергию (мощность) на 2016 год» (Зарегистрировано в Минюсте России 28.10.2014 N 34488) [Электронный ресурс]. Приложение N 4 к приказу Федеральной службы по тарифам от 10 октября 2015 г. N 225–э/1// Справочная правовая система «КонсультантПлюс». – Режим доступа: <http://www.consultant.ru>.

19 Приказ Минэнерго РФ от 30.12.08 № 326 «Об организации в Министерстве энергетики Российской Федерации работы по утверждению нормативов технологических потерь электроэнергии при ее передаче по электрическим сетям» // Справочная правовая система «КонсультантПлюс». – Режим доступа: <http://www.consultant.ru>.

20 Распоряжение Правительства РФ от 13.11.2009 N 1715–р. «Об Энергетической стратегии России на период до 2030 года» // Справочная правовая система «КонсультантПлюс». – Режим доступа: <http://www.consultant.ru>.

21 РД 34.09.101–2012. Типовая инструкция по учету электроэнергии при ее производстве, передаче и распределении. Введ. 03.05.2012. – М.: СПО ОРГРЭС, 2014. – 131с.

22 Сапронов, А. А. Анализ структуры коммерческих потерь электроэнергии в распределительных электрических сетях/ А. А. Сапронов // Энергосбережение и водоподготовка, 2014. – №4. – С. 122–125.

23 Сборник нормативных и методических документов по измерениям, коммерческому и техническому учету электрической энергии и мощности. – М.: Издательство «НЦ ЭНАС», 2016. – 420с.

24 Веников, В. А. Электрические системы. Режимы работы электрических систем и сетей / под ред. В.А. Веникова. – М.: Высшая школа, 2010. – 344 с.

25 Веников, В.А. Электрические системы. Т. 2: Электрические сети / В.А. Веников, А. А. Глазунов, В.А. Жуков, Л.А. Солдаткина; под ред. В.А. Веникова. – М.: Высшая школа, 2010. – 438 с.

26 Веников, В. А. Электрические системы. Т. 2: Электрические сети / под ред. В. А. Веникова. – М.: Высшая школа, 2011. – 440 с.

27 Ежков, В. В. Энергетические системы и сети в примерах и иллюстрациях: учебное пособие для энергетических специальностей / В.В. Ежков, Г.К. Зарудский, Е.Н. Зуев и др.; под ред. В.А. Строева. – М.: Высшая школа, 2010. – 352 с.

28 Электронный ресурс. Способы использования устройств компенсации реактивной мощности. – Режим доступа: <http://www.emgerson.ru/produkcija/krm>.

29 Электронный ресурс. Прайс лист на стабилизаторы – Режим доступа: <http://www.enstab.ru>.

30 Электронный ресурс. Прайс лист на СИП – Режим доступа: http://www.eti.su/price/cable/over/over_399.html.

31 Электронный ресурс. Прайс лист на стабилизаторы – Режим доступа: <http://www.gcstolica.ru/electrotech/stabilizer/x1/>.

32 Электронный ресурс. – Режим доступа: <http://eexpert26.ru/33-poteri-elektroenergii-v-elektricheskikh-setyah.html>.

Бакалаврская работа выполнена мной самостоятельно. Использованные в работе материалы и концепции из опубликованной научной литературы и других источников имеют ссылки на них.

Отпечатано в ____1____ экземпляре.

Библиография ____32____ наименования.

Электронный экземпляр сдан на кафедру.

« _____ » _____
(дата)

(подпись)

Лебедева Л.С.
(ФИО)